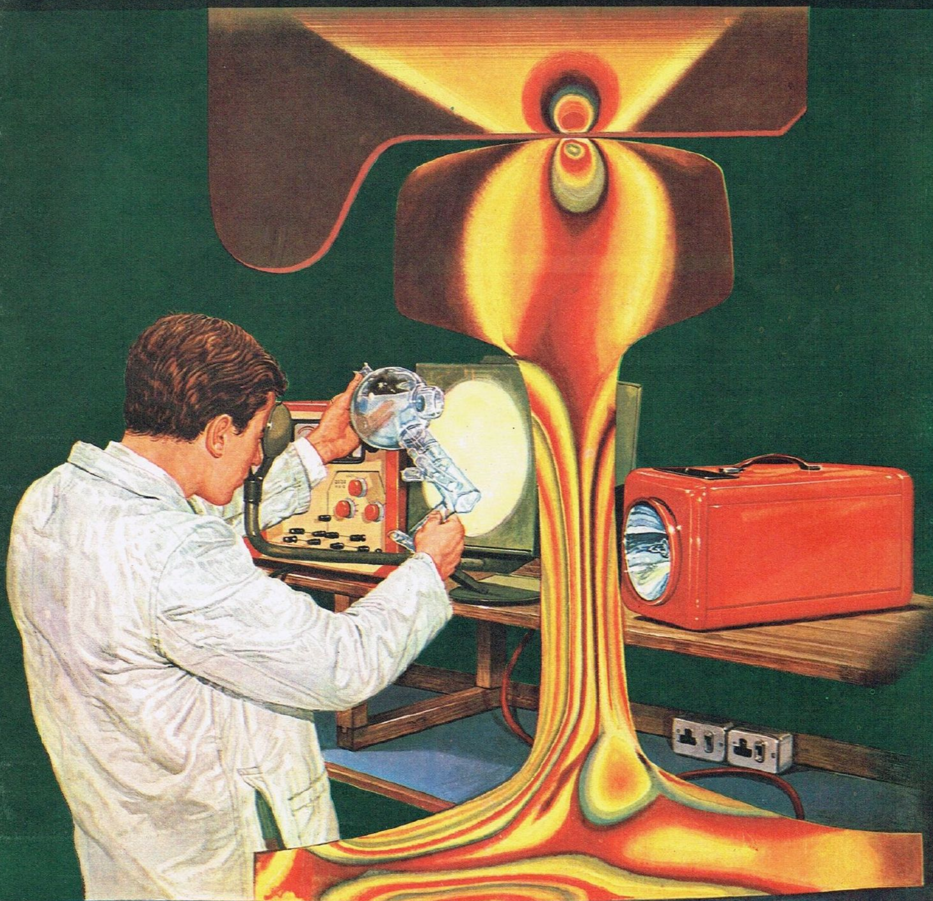
Nº 53

tecnirama

ENCICLOPEDIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA ®



AUTORES CONSULTADOS SOBRE TEMAS ESPECIALES DE ESTE NUMERO:
Carlo CIPOLLA (Profesor de la Universidad de Turín), el necton. Dr. James D. COBINE (General Electric), tubos de descarga. L. E. ERICSSON (Instituto de Irradiación, Suecia), tubos de descarga. Russell FRANKS (Union Carbide Metals Company), cinc y cadmio. Dr. John E. GIBSON (Prof. de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Purdue), el sistema eléctrico en los vehículos automotores. Dr. Max HERZBERGER (Consultor del Eastman Kodak Laboratory), luz polarizada. Prof. D. V. MANNING (Inst. Tecnol. California), el sistema eléctrico en los vehículos automotores. John D. MILLER (del Instituto N. A. de Física), densidad y peso específico. Marcel PRENANT (Prof Facult. Ciencias, París), el necton. Joseph F. SEBALD (Ing. Jefe de Worthington Corporation), cómo se comparan frecuencias con un osciloscopio Charles F. SQUIRE (Prof. de Física, Instituto Rice), densidad y peso específico. Prof. Henry TAUBE (Dpto. Química, Universidad de Chicago), cinc y cadmio.

TECNIRAMA ®, Enciclopedia de la ciencia y la técnica de hoy, es una obra sistemática que se publica en forma de semanario encuadernable. Una vez eliminadas las cubiertas de los ejemplares, las páginas interiores numeradas forman un curso progresivo. Dichos fascículos se coleccionan cómodamente en prácticas tapas-libro para trece números cada una, que aparecen trimestralmente e incluyen los índices temáticos y alfabéticos completos del tomo.

Publicada en Argentina por
EDITORIAL CODEX S.A.
BOLÍVAR 578 BUENOS AIRES



AÑO I
TOMO V
Nº 53

SUMARIO

Distribuidores, agentes de suscripciones y venta de ediciones anteriores: ARGENTINA: Distribuidora Universal S.R.L., Brandsen 1868, Buenos Aires. **COLOMBIA:** Editorial Publex Colombiana, Carrera 7ª Nº 13-58, Bogotá. **COSTA RICA:** Carlos Valerín Sáenz y Cía., Apartado 1924, San José. **CHILE:** Cía. Chilena de Ediciones S.A., Santo Domingo 1175, Santiago. **ECUADOR:** Muñoz Hnos., Bvard. 9 de Octubre 732, Guayaquil. **EL SALVADOR:** Librería Hispanoamérica, Emilio J. Simón y Cía., 1ª calle Oriente y 4ª Avenida Norte, San Salvador. **ESPAÑA:** Distribuidora Europea de Publicaciones (DISEUROPA), Córcega 414, Barcelona. **GUATEMALA:** De La Riva Hnos., 9ª Avenida 10-34, Guatemala. **HONDURAS:** Librería Navarro, Calle Real, Comayagüela DC. **MÉXICO:** Distribuidora Publex S.A. (DISPLUBEX), Dir. responsable Marcial Frigolet Lerma, Bolívar 154, México, D.F. **NICARAGUA:** Ramiro Ramírez Valdez, Avda. Bolívar Sur 302 A, Managua. **PANAMÁ:** José Menéndez, Apartado 2052, Panamá. **PERÚ:** Central Peruana de Publicaciones S.A., Avda. Bolivia 154, Lima. **PUERTO RICO:** Matías Photo Shop, Fortaleza 200, San Juan. **REPÚBLICA DOMINICANA:** Librería Dominicana, Mercedes 49, Santo Domingo. **URUGUAY** Distribuidora Paysandú S. A., Luis P. Ponce 1432, Montevideo. **VENEZUELA** Distribuidora Guaicaipuro C. A., Principal a Santa Capilla 4, Caraca

TEMA DE LA CUBIERTA

LUZ POLARIZADA. — Análisis fotoelástico de materiales con luz polarizada. En primer plano, esquema de tensiones de un riel sometido a carga.

Correo Argentino Central B | TARIFA REDUCIDA | CONCESIÓN Nº 7271

Imprimió Cía. Fabril Financiera Iriarte 2035, Bs. As., Argentina



NOTICIAS DE HOY

Semiconductores orgánicos con notable actividad catalítica. — En el Instituto Francés del Petróleo se han sintetizado unos catalizadores, por condensación de polímeros no saturados (policienos), con cloranil y benzoquinona. Estos productos se han mostrado eficaces en la descomposición del N_2O, en la deshidratación de ciclohexanol y en la isomerización del 1-buteno. La temperatura de estabilidad de estos polímeros, y el conocimiento del número y tipo de los centros activos sobre la superficie, indican que con ellos se puede mejorar mucho el proceso de algunas reacciones que tienen gran importancia comercial. En la descomposición del N_2O, uno de los catalizadores ensayados ha sido dos veces más eficaz que el mejor de que se disponía hasta ahora (NiO), y proporciona 10^{19} centros activos por gramo de catalizador.

Papel preponderante de Italia en plásticos laminados. — De todos los países del Mercado Común, Italia es el productor y consumidor más importante de laminados de plástico, tanto en cifras absolutas como "per cápita". El consumo doméstico ha subido de 6 millones de m², en 1959, a casi 13 millones en el último año. Aunque el ritmo de producción se prevé menor en el futuro, seguirá aumentando. El consumo actual es, según los fabricantes de:

Muebles de cocina	35 %
Otros muebles domésticos	10 %
Muebles de hospitales, escuelas, etc.	25 %
Paneles, puertas, etc.	20 %
Vehículos	10 %

En contraste con lo que ocurre en la producción, los precios han ido bajando sistemáticamente; en Italia, el precio medio es inferior en un 25 %, aproximadamente, al que rige en Alemania Occidental.

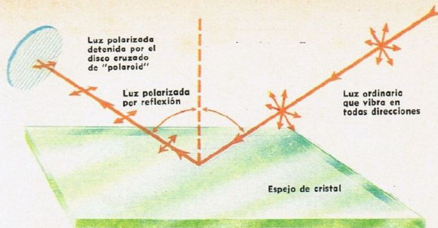
Submarino para buceadores. — El capitán británico Hugh Oswell ha terminado las pruebas del nuevo submarino inventado en 1963, y ya ha comenzado la producción comercial del vehículo. Mide 2,64 metros de longitud y 1,57 de anchura y en su interior pueden acomodarse dos buceadores con todo su equipo. Una vez que el submarino alcanza la profundidad deseada pueden los tripulantes abandonarlo y dedicarse a exploraciones o pesca submarina en las inmediaciones. La profundidad máxima a que puede descender es de 60 metros, y queda inmóvil, sujeto al fondo por un ingenioso sistema de anclaje.

Gatos del espacio. — Francia envió al espacio una gata en 1963. Ascendió a 167 Km. y descendió en paracaídas. Era una gata vagabunda, a la que llamaron Felix. Fue recogida cuando la abandonaron, vendida a un hospital y estaba condenada a la vivisección cuando la rescató el Centro de Enseñanza e Investigación de Medicina Aeronáutica de Francia. Allí permanecen otros quince gatos aguardando turno, sometidos a un severo entrenamiento. Primero son introducidos en una máquina centrifugadora que gira a gran velocidad, hasta que se acostumbra el animal. Después, metidos en cajas de madera, asomando tan sólo la cabeza, son colocados en otra centrifugadora que gira en la más absoluta oscuridad mientras se oyen ruidos parecidos a detonaciones, semejantes a los producidos durante el despegue de un cohete. Por último pasan a la cabina de compresión, donde son sometidos a atmósferas con diversas concentraciones de oxígeno. El gato que salga de estas pruebas con mejor puntuación tripulará uno de los próximos cohetes que lanzará Francia.



NOTICIAS DE MAÑANA

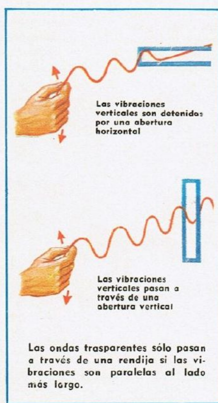
La implacable expansión. — El hacinamiento en las ciudades es un problema universal. Entre 1900 y 1950 la población mundial aumentó casi en un 50 %, pero en los centros de más de 5.000 habitantes el aumento fue de 23 %, por término medio. En las grandes ciudades de Japón las "manchas verdes" son cada vez menos frecuentes, y en Europa, como en los Estados Unidos, muchas poblaciones tienden a unirse con otras. La Cosmópolis legendaria se está convirtiendo en una realidad; los médicos hablan ya de una nueva enfermedad: la urbanitis. Sus síntomas son trastornos en los aparatos digestivo y respiratorio, úlceras de estómago (consecuencia de la precipitación con que se hacen las comidas) y trastornos nerviosos debidos al ruido constante, a la congestión del tránsito y a la falta de espacio. Contra ese estado de cosas no hay vacuna que pueda proteger al hombre.



La luz ordinaria puede polarizarse por reflexión en un espejo de material no conductor. El plano de polarización es perpendicular al plano que contiene los rayos incidentes y reflejados.

LUZ POLARIZADA

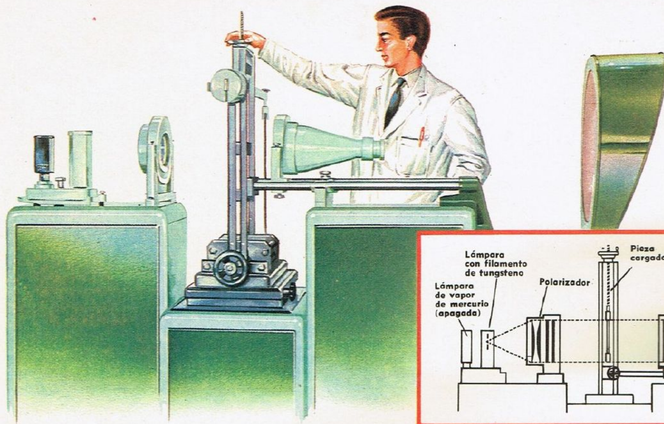
La luz, como ya hemos visto, se compone de ondas electromagnéticas; por lo tanto, influyen en ella los fenómenos de interferencia y difracción como en cualquier otra clase de ondas, tales como las sonoras o las producidas en la superficie de un líquido. Pero, además, las ondas luminosas, como las de radio o las de rayos X, son *trasversales;* es decir, vibran en ángulo recto con la dirección de propagación. Ésta es la causa de que la luz pueda sufrir un fenómeno, la *polarización,* que no se observa en las ondas sonoras por ser éstas longitudinales. En un rayo de luz emitido por el Sol o por cualquier cuerpo caliente (por ejemplo, una lámpara eléctrica), las ondas trasversales ocupan todos los posibles planos perpendiculares a la dirección del rayo; si hacemos girar el rayo alrededor de su dirección de propagación no observaremos ningún efecto anómalo. Sin embargo, si un haz de luz pasa a través de ciertos minerales, como el *espato de Islandia* (una forma trasparente de bicarbonato cálcico), la *turmalina* (un silicato complejo que contiene boro y aluminio), y, en algunas ocasiones, otros elementos, las vibraciones de algunos planos resultan absorbidas. La luz que sale sólo vibra en un plano y se llama *polarizada.*
Las vibraciones en un rayo de luz son tan pequeñas y rápidas que resulta imposible verlas. Es conveniente, por lo tanto, disponer de un modelo para explicar por qué las vibraciones se trasmiten en un plano, y en otros no.
Un buen modelo lo proporciona una cuerda que es movida de forma que se propaguen vibraciones trasversales a su través. Si la cuerda atraviesa una abertura rectangular estrecha, se ve que sólo se trasmiten las ondas cuyo plano de vibración es paralelo al lado más largo del rectángulo. Si las vibraciones son perpendiculares a éste, se detienen. Podemos imaginar que un cristal de espato de Islandia está constituido por un gran número de aberturas semejantes dispuestas paralelamente.
Cuando un haz luminoso atraviesa un cristal de espato de Islandia experimenta una *doble refracción,* y el rayo de luz incidente se divide en dos rayos refractados. Uno de ellos no sufre ninguna desviación: es el *rayo ordinario;* el otro se desvía y recibe el nombre de *rayo extraordinario.* Si hacemos girar el cristal, tomando el rayo incidente como eje, el rayo ordinario permanece fijo y el extraordinario gira a su alrededor. La experiencia demuestra que las ondas ordinaria y extraordinaria, en un cristal *birrefringente.* están polarizadas linealmente, según direcciones perpendiculares entre sí.



Las ondas trasparentes sólo pasan a través de una rendija si las vibraciones son paralelas al lado más largo.



"Polarímetro" usado para medir el efecto de diversas soluciones de azúcar sobre la luz polarizada.



"Polariscopio" para examinar los esquemas de tensión en modelos trasparentes de maquetas o estructuras. En el análisis "fotoelástico" la luz polarizada pasa a través de la pieza y los puntos con tensión aparecen como franjas coloreadas.

Un *prisma nicol* está constituido por un prisma de espato de Islandia, tallado en forma conveniente, y cortado en dos partes, que se vuelven a unir con bálsamo de Canadá. El rayo ordinario sufre, sobre el bálsamo de Canadá, una reflexión total y sólo sale el rayo extraordinario del nicol. Tenemos, así, un buen método para obtener luz polarizada. Este mismo prisma puede servir también de *analizador*. Si pasamos un haz de luz ordinario a través del nicol y hacemos girar éste alrededor de la dirección de propagación, la intensidad de la luz trasmitida permanecerá invariable; en cambio, si operamos de la misma manera con luz polarizada por un primer nicol, al hacer girar un segundo nicol lentamente, alcanzará una posición en la que no se trasmita luz. Se dice, entonces, que los cristales están *cruzados*.

La polarización por *refracción* (es decir, obtenida al trasmitirse la luz a través de un cristal o película especial) es la que presenta mayor interés práctico, pues permite obtener mayores intensidades; sin embargo, también existe la polarización por *reflexión*. Solamente las sustancias que *no* conducen la electricidad (por ejemplo, cristal, agua sin ionizar, papel) son capaces de polarizar la luz por reflexión. El efecto no se produce cuando la luz se refleja en un espejo de metal pulido u otro conductor. Se puede comprobar si la luz ha sido polarizada observando el rayo reflejado por un espejo, a través de un disco *polaroid*. Si se hace girar éste lentamente, se encuentra una posición en la que la imagen se extingue; es decir, las "aberturas" en el nicol están en ángulo recto con las vibraciones del haz de luz polarizada. Como la intensidad de la luz reflejada es pequeña, se utilizan, a menudo, pilas de láminas finas, con lo que se aumenta la intensidad de la luz reflejada.

Puede demostrarse que el plano de polarización de la luz emergente de la superficie reflectora es perpendicular al plano que contiene el rayo incidente y el reflejado.

Para que la luz polarizada que se obtiene por reflexión esté totalmente polarizada, el rayo de luz debe incidir sobre la superficie reflectora, formando lo que se llama *ángulo de polarización*. La sustancia que constituye el espejo tiene un ángulo de polarización característico que está relacionado con su índice de refracción.

APLICACIONES DE LA LUZ POLARIZADA

Las propiedades de la luz polarizada encuentran numerosas aplicaciones. Una de ellas es la utilización de una sustancia llamada *polaroid* en los anteojos de sol y otros dispositivos para reducir el deslumbramiento. Una lámina de polaroid está constituida por nitrato de celulosa, que contiene pequeños cristales de herapatita (yodo-sulfato de quinina) con orientaciones paralelas. Cuando la luz solar se refleja sobre una superficie como la nieve o la arena, en la luz reflejada dominará la luz polarizada en dirección horizontal (ya que cuando la luz se refleja en un plano horizontal, el plano de incidencia es vertical). Si la dirección en que se trasmite la luz en el polaroid es vertical, no se trasmitirá nada de la polarizada horizontalmente (los anteojos de sol actúan entonces como analizador). Por otra parte, como la luz directa se polariza cuando llega a la película, estos anteojos producen los mismos efectos que unas lentes oscuras: absorben la mitad de la luz incidente. Las películas de polaroid se ponen en las claraboyas de los trasatlánticos para reducir el destello del agua.

En los estudios fotográficos, para eliminar los reflejos originados por los espejos, los cristales que cubren las cuadros, los cristales de anteojos, etc., se orienta de modo conveniente un analizador, que está colocado delante del objetivo. Probablemente, el uso más frecuente de la luz polarizada que se hace en la industria consiste en el llamado *análisis fotoelástico de tensiones internas*. Si colocamos un polarizador y un analizador en posición cruzada, no se trasmitirá nada de luz a través del conjunto. Sin embargo, si colocamos un cristal birrefringente entre polarizador y analizador (dos discos de polaroid, por ejemplo) la luz sufrirá, al pasar por el cristal, una nueva polarización, y parte de ella podrá ser trasmitida por el analizador. Hay sustancias trasparentes, como el vidrio y el celuloide, que normal-

mente no son birrefringentes, pero que pueden serlo si se someten a manipulaciones mecánicas. Veamos cómo se lleva a cabo el análisis. Para estudiar las tensiones en piezas no trasparentes, que son las más utilizadas en ingeniería, se construye un modelo trasparente (generalmente en baquelita) y se examina entre dos nicoles o dos cristales de polaroid cruzados. En las zonas de tensión desigual se producirá el paso de la luz, con lo que se observarán franjas coloreadas. Si el material que se quiere estudiar es de vidrio se analiza directamente; en la ilustración vemos, también, un ejemplo. Esto tiene particular interés para comprobar las piezas que se van a utilizar a alto vacío. Como resultado de estas pruebas puede cambiarse la forma de las secciones, o bien reducir el costo del material, que no contiene elementos sometidos a tensión. Una prueba de esta clase puede mostrar los puntos débiles que tendrán que ser eliminados en otro diseño.

Otra aplicación de interés se debe a que en algunas moléculas orgánicas complicadas la disposición de los átomos es tal, que la luz polarizada que atraviesa sus soluciones sufre una desviación de su plano de polarización; hay, concretamente, muchos azúcares que presentan este comportamiento. Para una radiación dada y una longitud de líquido determinado, la desviación del plano de polarización es proporcional a la concentración. La dirección —como las agujas de un reloj o viceversa—, en la que el plano de polarización se desvía, proporciona datos muy útiles para deducir las estructuras de las moléculas llamadas *ópticamente activas*. Las medidas de la desviación se llevan a cabo en un aparato llamado *polarímetro* o, a veces, *sacarímetro*. Para obtener resultados exactos se debe utilizar una luz monocromática (color simple); suele utilizarse la de una lámpara de sodio. Primeramente, la luz se polariza pasándola a través de una película polarizante (*polarizador*). Después de atravesar el tubo que contiene la muestra, el haz de luz polarizada alcanza una segunda película polarizante (*analizador*). Unida al analizador, existe una escala graduada giratoria. Se trata de encontrar la posición en la cual no pase la luz y el analizador esté cruzado, es decir, que las aberturas del analizador formen un ángulo recto con el plano de polarización de la luz. La rotación producida por la solución se encuentra comparando las posiciones cruzadas del analizador cuando el tubo contiene agua y cuando contiene la muestra. La rotación es igual a $\alpha = [\alpha] dl$ siendo $[\alpha]$ el *poder rotatorio específico*, d la concentración de la muestra y l la longitud del tubo en que se encuentra encerrada la muestra. Como esta longitud debe conocerse con gran precisión, el tubo se encuentra limitado por dos láminas de vidrio, que deben colocarse con cuidado, a fin de evitar que queden burbujas de aire adheridas a ellas. Una de las principales aplicaciones de los polarímetros consiste en determinar la concentración de una disolución de azúcar. Vamos, pues, a dar algunas indicaciones sobre los aparatos y los métodos que se utilizan con este fin.

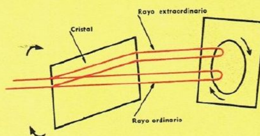
Para graduar estos aparatos, que reciben el nombre de sacarímetros, se toma una masa determinada de la muestra, cuya riqueza en azúcar se quiere medir, que recibe el nombre de *masa tipo o normal (M)*, y se disuelve en agua para formar un volumen V de disolución; con esta disolución se llena el tubo del polarímetro, que tiene una longitud definida, y se mide entonces la rotación producida; si llamamos x a la riqueza de la muestra en azúcar y α al poder rotatorio del azúcar (para una luz de longitud determinada y a una temperatura dada), tendremos:

$$\alpha = [\alpha]\, l \frac{M x}{100 V}$$

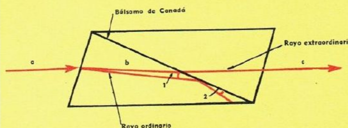
pues la concentración de la disolución es $d = \frac{M x}{100 V}$;

tendremos entonces $x = \frac{\alpha}{K}$

siendo K la constante del aparato correspondiente, de modo que, una vez que se ha calibrado el aparato, basta con multiplicar la lectura del ángulo de rotación α por $\frac{l}{K}$ para tener la riqueza en azúcar de la muestra que se analiza. Para evitar, incluso, hacer esta multiplicación, algunos aparatos llevan una segunda escala, en la que se lee directamente el tanto por ciento en azúcar (a condición de utilizar la luz de la raya amarilla del sodio a temperatura determinada).

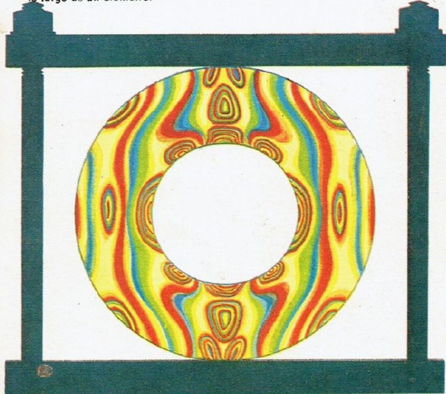


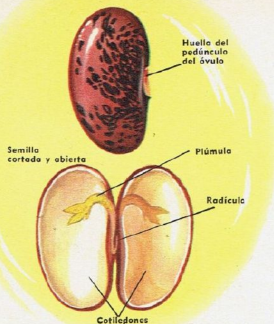
Un cristal birrefringente descompone un haz de luz ordinaria en dos haces de luz polarizado. Al girar el cristal, el rayo extraordinario gira alrededor del ordinario, que permanece fijo.



Prisma de nicol, formado por un cristal natural de espato de Islandia cortado a lo largo de una diagonal y pegado con bálsamo de Canadá.

Esquema de las franjas coloreadas que se observarían al examinar, con luz polarizada, una sección de anillo trasparente que se está comprimiendo a lo largo de un diámetro.





CICLO VITAL DE UNA FANERÓGAMA

Todas las plantas que florecen producen semillas en algún momento de su vida. Estas semillas dan lugar a nuevas plantas, asegurando la continuidad de la especie. La historia de la vida de una planta comienza en el momento de la fecundación, es decir, cuando la célula masculina se une con la femenina para producir la primera célula del embrión. A partir de este momento se produce una serie de procesos, conducentes a la formación de una planta adulta, con sus flores y las semillas que contienen los embriones de la próxima generación.

PERÍODO DE VIDA

Algunas plantas son *anuales* —crecen, florecen y mueren en una estación—. Frecuentemente, su vida es tan corta que en un año pueden presentarse varias generaciones. Un ejemplo de ello lo constituye el *zuzón* (hierba compuesta). Algunas plantas anuales pasan el invierno en el estado de semillas. Otras, como la *bolsa de pastor*, crecen en cualquier época del año.

Las plantas *bienales* se desarrollan y almacenan material de reserva en su primer año de vida; pero raramente florecen antes del segundo. Tal es el caso de las zanahorias y otros vegetales del mismo tipo. El alimento se almacena en la raíz carnosa y es aprovechado en el segundo año para la producción de hojas y flores. Después de la floración, la planta muere. Las plantas *perennes*, sin embargo, no mueren después de su florecimiento. Viven aún durante cierto tiempo, floreciendo, cada año, cuando alcanzan la madurez. Los arbustos, árboles, y plantas como el lirio, de tallos subterráneos *(rizomas)*, son perennes. El material nutritivo se almacena en los rizomas o en la madera durante el verano y es suficiente para provocar el desarrollo cuando llega la primavera.

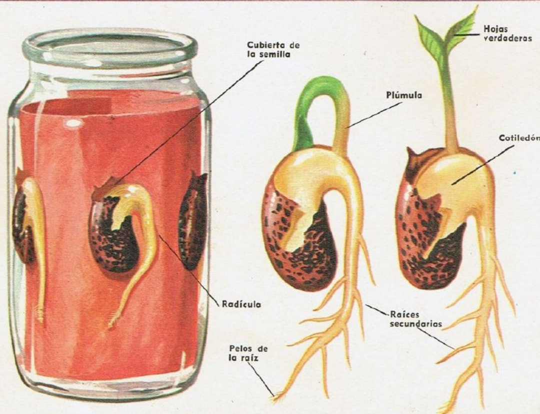
UNA BIOGRAFÍA TÍPICA

A pesar de que el proceso de fertilización constituye el comienzo del ciclo vital, empezaremos por ocuparnos de la germinación, que es la iniciación de la vida libre de la planta y puede ser observada con facilidad.

La judía escarlata es una planta peren-

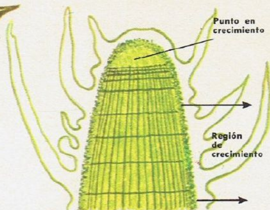
GERMINACIÓN

Este proceso puede ser estudiado colocando algunas semillas en un frasco con papel secante, como se indica en la figura. Bajo determinadas condiciones, la semilla absorbe agua y rompe su cubierta. La radícula emerge y crece hacia abajo, formando la raíz. Ésta se cubre muy pronto de unos pelillos que la ayudan a absorber agua y minerales. Los cotiledones proporcionan el material nutritivo necesario. Cuando la raíz ya ha crecido y puede fijar la planta, la plúmula (tallo) crece fuera de la cubierta de la semilla. Los cotiledones permanecen dentro de la semilla, es decir, bajo tierra. Esto se conoce con el nombre de germinación "hipogea". Los cotiledones de la mostaza, y muchos otros, crecen fuera de la semilla y aparecen sobre el suelo (germinación "epigea"). Cuando se libera la plúmula, comienza a crecer. Su delicada punta se protege curvándose sobre sí misma; pero en seguida (cuando va a salir fuera de la tierra) se endereza, y surgen las primeras hojas verdaderas.



Axila de la hoja

Espiga de flores

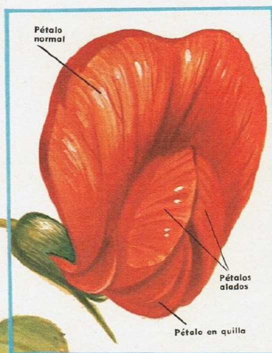


La punta del tallo consta del punto de crecimiento (células en división) y una cubierta de hojas finas. Inmediatamente debajo, las células se alargan y las hojas se separan.

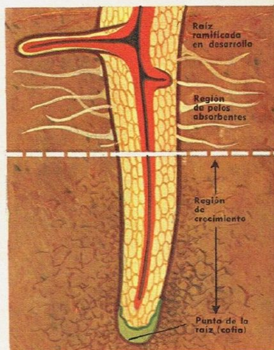
ne, aunque los jardineros la consideran anual, sembrándola cada año; la forma de sus semillas es arriñonada y posee una envoltura roja y negra. Esta semilla contiene el embrión, que consiste en dos hojas fuertes *(cotiledones)*, un pequeño tallo *(plúmula)* y una pequeña raíz *(radícula)*. El material de reserva está almacenado en los cotiledones, lo que no ocurre en todas las plantas.

DESARROLLO DE LA PLANTA MADURA

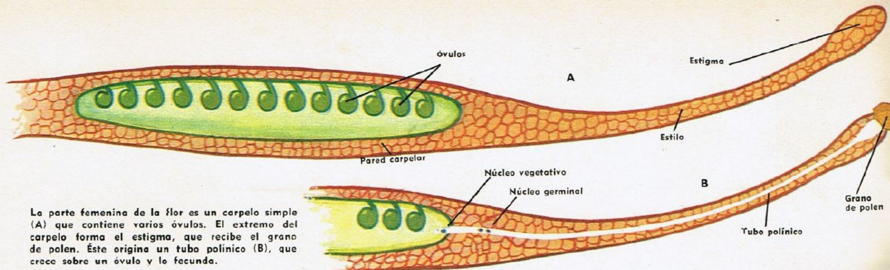
Cuando surgen las primeras hojas, los cotiledones se arrugan, desapareciendo casi por completo sus materiales de reserva. Si trasladamos entonces las plantas a un tiesto con tierra, o al jardín, podremos estudiar su desarrollo interior.



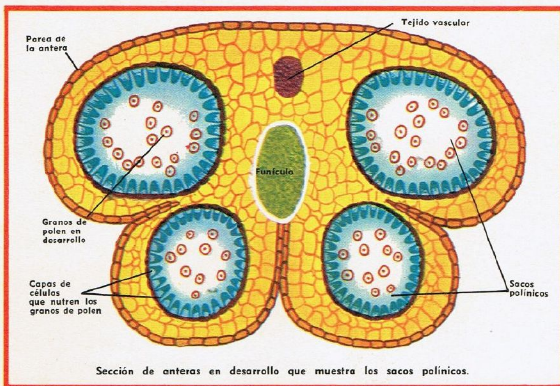
La planta puede crecer hasta alcanzar una altura de unos tres metros. Las flores nacen en forma de espigas en las axilas de algunas hojas; presentan un aspecto irregular y son polinizadas luego por las abejas.



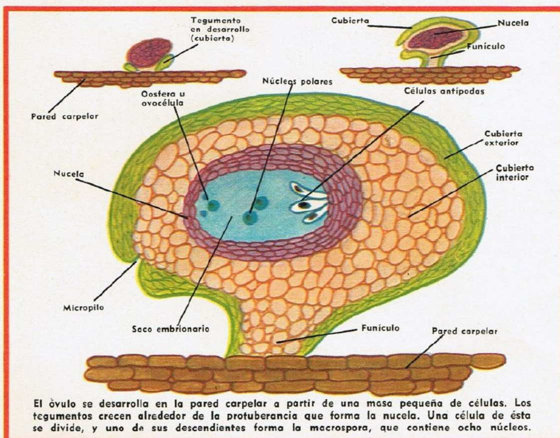
El extremo de la raíz está cubierto por una cofia, cuyas células protegen la extremidad del crecimiento. Por encima de la región de crecimiento aparecen los pelos de la raíz, y, sobre éstos, las raíces secundarias.



La parte femenina de la flor es un carpelo simple (A) que contiene varios óvulos. El extremo del carpelo forma el estigma, que recibe el grano de polen. Éste origina un tubo polínico (B), que crece sobre un óvulo y lo fecunda.



Sección de anteras en desarrollo que muestra los sacos polínicos.



El óvulo se desarrolla en la pared carpelar a partir de una masa pequeña de células. Los tegumentos crecen alrededor de la protuberancia que forma la nucela. Una célula de ésta se divide, y uno de sus descendientes forma la macrospora, que contiene ocho núcleos.

La punta del tallo está protegida por una cubierta de finas hojas, consistente en una masa de células, que se dividen rápidamente por el proceso de *mitosis*. Inmediatamente debajo de este punto de crecimiento, las nuevas células se alargan rápidamente y el tallo crece separando las hojas. En el punto de inserción de éstas en el tallo existen yemas que, más tarde, pueden dar origen a ramas. Mientras la parte aérea de la planta crece, la raíz también se desarrolla. Las hojas y las yemas del tallo crecen en el exterior, en tanto que en el interior surgen raíces ramificadas, que se van desarrollando hasta alcanzar la zona más baja de la región de crecimiento de la raíz. Al cabo de algunas semanas, la planta comienza a florecer, apareciendo las flores, generalmente en ciertas *ramas especiales*. Las flores están relacionadas con la producción de células sexuales. Ésta es la parte complicada del ciclo vital. Tienen diez estambres, constituido, cada uno de ellos, por dos *anteras* o sacos polínicos. En las anteras, las células se dividen rápidamente y producen una masa de *células madres* del polen. Éstas se dividen por *miosis*, originando cada una cuatro granos de polen. Durante la miosis, el número de cromosomas de la célula madre se reduce a la mitad, de forma que el grano de polen contiene sólo la mitad de los cromosomas que se hallan en cada una de las células normales de la planta. Ésta es una de las etapas más importantes del proceso de reproducción. Mientras se produce la formación de polen en la antera, tiene lugar también el desarrollo de la ovocélula en el *carpelo* u ovario. La judía posee un solo carpelo en el centro de la flor. En su extremo libre se va formando el *estigma* —la superficie que recibirá el polen de otra flor—. Los óvulos brotan de la pared interna del carpelo como una masa de células. Las capas más externas *(tegumentos)* formarán la envoltura de la semilla. En el interior está la *nucela*. Cuando el óvulo crece, una célula de la nucela se divide por miosis, produciendo cuatro células con un número reducido de cromosomas. Tres de éstas desaparecen, pero la cuarta crece a ex-

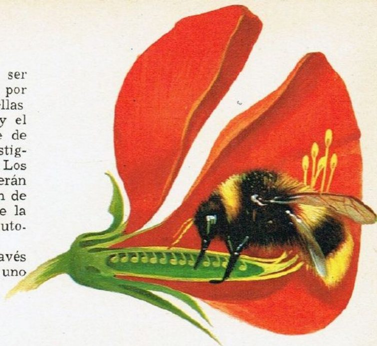
pensas de la nucela y recibe el nombre de *macrospora* o *saco embrionario*. El núcleo de la macrospora se divide, produciendo ocho núcleos hijos, uno de los cuales funciona como *oosfera*. Los otros se disponen como indica el esquema. Al llegar a este punto, el óvulo se encuentra maduro, a la espera de la fecundación.

Cuando el polen está completamente formado, las anteras se abren y permiten la salida de los granos. Los estambres están rodeados por los pétalos y las flores deben recibir la visita de los insectos para que el polen pueda ser trasportado. Las abejas son atraídas por las flores y cuando se posan sobre ellas su peso hace que se abra la flor y el polen se adhiere al insecto. Parte de este polen será trasportado a los estigmas de la próxima flor visitada. Los granos de polen germinarán y crecerán en el interior de los óvulos. El polen de una flor no crece en el estigma de la misma; de esta manera se evita la autofecundación.

Cuando el tubo polínico crece a través del carpelo, su núcleo se divide y uno de los hijos se vuelve a dividir, originando dos *núcleos germinales*. El tubo polínico alcanza el óvulo en el micropilo y libera los núcleos germinales. Uno de ellos se une al núcleo ovular, y el otro a los núcleos polares. La célula huevo así producida tiene el número normal de cromosomas de las células de la planta y es, de hecho, la primera célula de la nueva generación. Comienza a dividirse rápidamente por mitosis (es decir, todas las células producidas tienen el número normal de cromosomas) y el embrión, gradualmente, va tomando forma. Simultáneamente, los cuerpos polares se van reproduciendo con rapidez, absorbiendo material alimenticio de la nucela, que desaparece a medida que el saco embrionario se desarrolla. Cuando el embrión crece, los cotiledones absorben material nutritivo y, en ocasiones, el embrión llena el óvulo (ahora la semilla). Así se forma la semilla, de dos generaciones. Su cubierta pertenece a la generación paterna y el embrión a la nueva.

También ocurren cambios en el carpelo. Éste alcanza una longitud considerable, y forma una vaina resistente (el fruto); cuando la semilla crece, usa el material nutritivo de la vaina, que se adelgaza y se seca. La cubierta de la semilla se endurece, y su unión con la pared carpelar (vaina) se rompe. La semilla está madura y se libera por la ruptura de la vaina seca.

Con humedad y temperatura adecuadas, la semilla germina y da origen a una nueva planta. Entre tanto, la semilla permanece en estado latente, es decir, inactivo.



La abeja se posa en la flor y mientras recolecta el néctar se carga de polen.





Los frutos (vainas) se desarrollan a partir del carpelo. Cada vaina contiene varias semillas. Cada óvulo fertilizado produce una semilla. Cuando ésta crece, el material nutritivo de la vaina se consume, y cuando las semillas están maduras, la vaina se abre y las suelta.

EL NECTON:

animales marítimos que controlan sus movimientos

Los animales marítimos que tienen el control de sus movimientos reciben el nombre colectivo de *necton*. No existe una división absoluta entre necton y plancton (los seres vivos que flotan y van a la deriva en las aguas superficiales). Muchos peces, por ejemplo, pertenecen al plancton cuando son jóvenes, pero son capaces de nadar contra la corriente cuando crecen. Del mismo modo, muchos peces pasan una gran parte de su vida en el fondo del mar, pero nadan libremente cuando buscan alimento. Las focas y otros animales semejantes pasan una parte de su vida en el agua y otra sobre la tierra.

El necton comprende, especialmente, peces y cetáceos, pero también se incluyen en él cefalópodos y tortugas. De todos ellos, los peces son los más importantes desde el punto de vista comercial y los más numerosos, tanto por la cantidad de especies como por la de individuos que las componen. Sólo de peces óseos existen más de veinte mil especies (alrededor de tres mil especies de peces semejantes al tiburón). El primer grupo incluye el arenque, la caballa, la platija (lenguados), el bacalao y el róbalo, peces todos ellos de importancia comercial. Se calcula que en el Atlántico Norte debe haber un billón de arenques. Muchas otras especies se agrupan en vastos bancos o cardúmenes, cada uno de los cuales está formado por millones de individuos. Estas cifras dan una idea de la







(Izquierda) Examen de un arenque; su edad se determina contando el número de anillos de crecimiento en sus escamas. (Arriba) Escamas que muestran los anillos de crecimiento del arenque durante el verano y las líneas donde no se ha registrado ningún crecimiento durante los meses del invierno.

riqueza de los "pastos marinos", ya que, en último término, estos animales se alimentan de las minúsculas plantas verdes (fitoplancton) que viven en la superficie. Estas plantas producen su propio alimento a partir de ciertas materias primas, como bióxido de carbono, agua, nitratos, fosfatos, etc., utilizando, para ello, la energía solar.

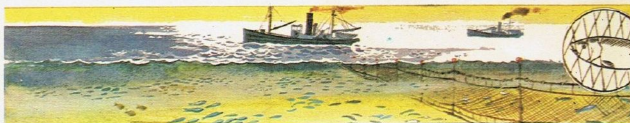
Los animales no pueden hacer esto; tienen que ingerir moléculas complejas, romperlas y reordenar sus elementos constitutivos de acuerdo con sus necesidades. Los animales más pequeños se alimentan de fitoplancton, y, a su vez, son devorados por otros animales. Los seres que viven en el fondo del mar se nutren de las plantas y animales muertos o moribundos que descienden del plancton. Una multitud de organismos —bacterias, protozoos, diatomeas— trasforman este material, liberando una gran cantidad de partículas alimenticias, que ingieren los comedores de partículas del bentos. Éstos, a su vez, son presa de los carnívoros, en particular, peces.

Todo esto da idea de las relaciones existentes entre algunos de los habitantes del mar, pero no aclara lo suficiente sobre un punto de gran importancia en la economía marina: que las plantas del plancton son los *productores* y los animales los *consumidores*.

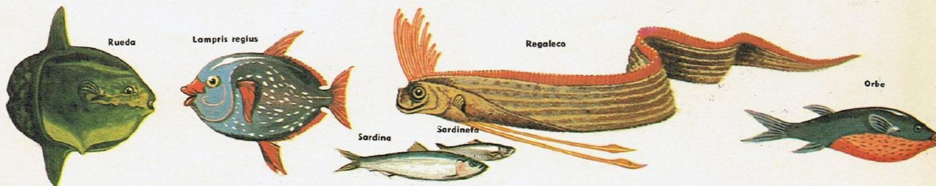
Muchos peces se alimentan directamente del zooplancton, el arenque, la sardineta y la caballa, por ejemplo. Los cetáceos de barba de ballena y el *Cetorhinus maximus* también comen zooplancton.

La distribución del plancton es muy irregular; esto es debido a las corrientes marinas, pero también a que un crecimiento rápido, cuando las condiciones son favorables, puede ir seguido de una rápida destrucción, debido a los comedores de plancton o a la falta de nitratos y fosfatos. La distribución del pescado es, por eso, muy poco homogénea. La mayoría de los peces de importancia comercial ponen huevos que flotan (el arenque es una excepción). Las corrientes marinas también influyen en la distribución de los peces. Los huevos pueden ser llevados hacia una zona en donde el plancton escasea. Cuando los huevos se abren los alevines encuentran poca comida y mueren en gran número. La ausencia de su comida ordinaria hace que un depredador consuma, en estas ocasiones, una cantidad anormalmente alta de alevines.





Una traina o red es izada a bordo de una lancha pesquera. La ilustración inferior muestra una de estas lanchas con una línea de trainas. Cada red es mantenida a flote por una línea de corchos. Una flota de redes puede extenderse sobre cinco kilómetros. (En el círculo) Un arenque capturado por sus agallas en la red.



Las corrientes marinas pueden llevar los huevos y los alevines a aguas demasiado frías o demasiado cálidas, o con una proporción de sal excesiva o insuficiente. Existen muchos otros factores, semejantes a éstos, que influyen en el número de la población piscícola del mar.

La caballa es un pez pelágico, objeto de explotación comercial. Como el arenque, nada en grandes cardúmenes y se la pesca con traínas (red). Durante la mayor parte del año nadan en las aguas superficiales, pero en el otoño abandonan su vida pelágica y se dirigen a zonas más profundas.

Se dispersan por el fondo del mar, alimentándose con camarones de varias clases, gusanos y peces pequeños. Durante el invierno, o un poco antes, ascienden a la superficie formando cardumen otra vez, y en primavera alcanzan sus terrenos de desove. Siguen desovando mientras nadan, consumiendo al mismo tiempo grandes cantidades de plancton. Como el arenque, la caballa ingiere sus presas de plancton una a una. Sin embargo, a partir de mediados de verano, abandonan su dieta de plancton y consumen alevines, especialmente de arenque y sardineta. La caballa alcanza su madurez sexual hacia los dos años.

Al grupo de la caballa (escómbridos) pertenecen los atunes, las albacoras (clase de atún) y los bonitos. Todos ellos







HISTORIA DE LA VIDA DEL ARENQUE

EL ARENQUE

El arenque es un pez de gran importancia comercial de toda la zona pelágica europea. Una descripción de su vida y sus costumbres es imprescindible cuando se habla del necton. Como la caballa, la sardina y el atún, pasa una gran parte de su vida cerca de la superficie. Es un pez "pelágico" (peces demersales —sumergidos— son aquellos que pasan la mayoría de su vida, o toda ella, en el fondo del mar, como el bacalao, el róbalo, la platija y la liza); consume plancton y peces pequeños, comedores, a su vez, de plancton.

El arenque es un pez pelágico típico, ya que su color le facilita la vida en las aguas superficiales. Visto desde arriba, el jaspeado azul-verdoso de su dorso se confunde con las aguas. Desde abajo, el color plateado de su abdomen se confunde con la luminosidad que viene de la superficie, y es indudable que su color claro también disminuye el efecto de las sombras.

A diferencia de lo que ocurre con otros peces pelágicos, los huevos del arenque van al fondo del mar. La freza se deposita en masa, recubriendo las piedras, conchas e incluso algunos animales que allí habitan. Antes del desove, los arenques se reúnen en grupos muy numerosos, que a veces llegan a cubrir un área de 26 kilómetros cuadrados; tal cardumen debe contener varios centenares de millones de peces. Cada arenque hembra pone más de diez mil huevos. A la vista de estos datos podremos hacernos una idea de la cantidad de freza que producen.

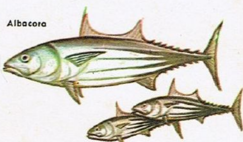
Muchos de estos huevos son consumidos por los peces abisales, como el bacalao, y no cabe duda de que otros seres reducirán también considerablemente estas cifras.

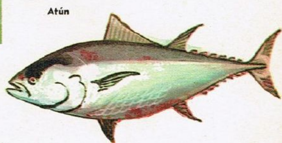
Los arenques recién nacidos sólo miden medio centímetro de largo. Durante unos cuantos días se alimentan del saco vitelino. Cuando acaban con él, el joven arenque abandona el fondo y alcanza la superficie, empezando allí a alimentarse de fitoplancton. A medida que crece, comienza a alimentarse del pequeño zooplancton, en particular, de las larvas de copépodos (seres con patas parecidas a remos) y, más tarde, de copépodos adultos. Los jóvenes que viven en el plancton son vulnerables a los ataques de las sagittas, los gusanos carnívoros y las grosellas de mar, y muchos mueren como consecuencia de ello.

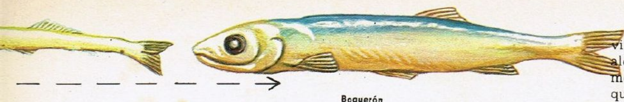
Cuando alcanza los dos centímetros de largo, el joven arenque adquiere una forma muy parecida a la que tendrá cuando adulto. Durante la primera parte de su vida tiene, más o menos, la forma de una anguila. Adquiere una capa de diminutas escamas y empieza a moverse en



Se dice que los tiburones colaboran, utilizando sus enormes colas, para conducir peces pequeños, como la caballa, en bandadas, las que luego devoran.







aguas poco profundas, particularmente en los estuarios. Es fácil pescarlos y ser vendidos como boquerones, junto con la sardineta, un pariente cercano del arenque. Parece que el arenque pasa unos seis meses en las aguas costeras antes de dirigirse hacia el mar del Norte. Muchos pasan un año o dos en regiones como el Dogger Bank y sólo se incorporan a los grandes cardúmenes de desove cuando tienen tres o cuatro años. Esto se ha descubierto contando el número de anillos de crecimiento de sus escamas.
Durante el verano el arenque consume una gran cantidad de zooplancton; adquiere en este período una nueva y ancha banda de escamas. Cada escama tiene una serie de anillos de crecimiento y de líneas; estas últimas representan la falta de crecimiento durante el invierno. A medida que avanza en edad, el crecimiento de las escamas se va haciendo más lento y resulta difícil calcular los años con precisión. En verano, el arenque adquiere una importante reserva de grasas y aceites. Ésta le permite mantenerse durante el invierno y esperar a que se produzca el brote de zooplancton de la primavera.
Las ballenas, los cachalotes, las marsopas y los pájaros marinos (gaviotas y pájaros bobos) son algunos de los enemigos del arenque adulto. El mayor es, sin embargo, el bacalao que le ataca cuando desciende, por la noche, al fondo del mar en busca de alimento. Algunos bacalaos conservan, al ser pescados, los restos de más de diez arenques en el estómago. Algunos tiburones y rayas también se alimentan de arenques.

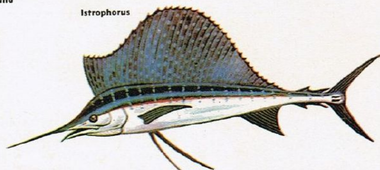
Se sabe desde hace mucho tiempo que la mejor época para realizar la pesca del arenque en el mar del Norte varía según los diversos lugares. Sabemos que los grandes arenques que se encuentran en las costas noruegas son distintos de los más pequeños de la zona sur del mar del Norte; viven, también, más tiempo, y alcanzan más tarde la madurez sexual. Recientemente los resultados proporcionados por diversos experimentos de marcaje han confirmado que hay distintas clases de estos peces, que difieren en el número de vértebras, tamaño y forma de las escamas. Todavía no se sabe si estas diferencias se deben a las condiciones locales distintas o si son hereditarias. Entre los arenques que se encuentran en la costa británica, parece ser que hay varios grupos de peces, cada uno de los cuales desova en distinta época del año. Se necesita una investigación ulterior para explicar estas diferencias.

viven en mares calientes. Los atunes alcanzan a menudo una longitud de tres metros. Se alimentan de caballas, arenques y sardinas.
Es probable que haya mayor cantidad de peces en las aguas frías que en las calientes, pero en éstas indudablemente se encuentran más especies pelágicas. Además de los ya mencionados, están el pez volador, el pez espada, el istrophorus y otros peces, como el orbe, la rueda y el regaleco, de formas poco comunes.
Entre los peces cartilaginosos, el Cetorhinus maximus (un tiburón) se caracteriza por filtrar el plancton del agua a través de los flecos de pelo duro de sus agallas — este procedimiento puede compararse al empleado por las ballenas, que tienen unas láminas córneas en la mandíbula superior en lugar de dientes. El Cetorhinus maximus es uno de los mayores peces que existen, ya que alcanza una longitud de doce metros. El tiburón azul es otro pez de gran tamaño: se han hallado ejemplares de ocho metros. El Alopias vulpinus (otro tipo de tiburón) tiene una cola muy larga. Se dice que cazan en grupo, batiendo las olas hasta reunir bandadas de peces pequeños, que luego devoran. En un artículo posterior trataremos de los peces abisales, peces que viven en el fondo del mar.



▲ Un arenque adulto —su longitud normal es de unos 28 cm.— alimentándose de su presa planctónica (ésta aparece aquí algo aumentada). Cada organismo es apresado individualmente.





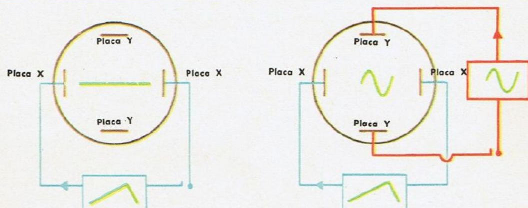
COMPARACIÓN DE FRECUENCIAS CON UN OSCILOSCOPIO

La comparación de las frecuencias de dos corrientes alternas puede hacerse con mucha precisión utilizando un osciloscopio de rayos catódicos (descrito en el *tomo IV, pág. 169*). Se pone en conexión una de las corrientes alternas con una de las placas X, y la otra con una de las placas Y del osciloscopio. La imagen que aparece permite al observador determinar el valor preciso de la relación entre ambas frecuencias.

Este sistema puede utilizarse para determinar la frecuencia de oscilación de un oscilador electrónico, como el que se describió en el *tomo III, pág. 97*. Si se conectan las oscilaciones de frecuencias desconocidas con las placas X, y la señal de otro oscilador de frecuencia conocida (el oscilador "patrón") a las placas Y, la figura formada proporcionará la información requerida.

La figura que muestra la pantalla de un osciloscopio cambia constantemente, pero ajustando el oscilador patrón termina por formarse una imagen estable, que da el valor de la frecuencia desconocida.

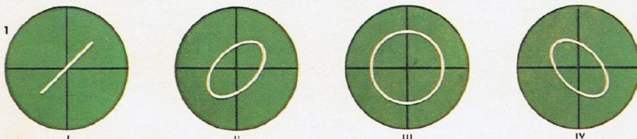
La figura así obtenida recibe el nombre de *figura de Lissajou*, en homenaje de Julio Lissajou, físico francés (1822-1880), que fue el primero en observar figuras de ese estilo en cuerpos en vibración. La figura de Lissajou depende de las amplitudes y de las frecuencias de las oscilaciones comparadas. Cuando las frecuencias de las dos oscilaciones son las mismas (es decir, la relación es 1:1) se obtiene una figura sencilla, pero cuando aparecen relaciones mayores (2:1, 3:1, etcétera) las figuras conseguidas en el osciloscopio son complejas. Sin embargo, cada relación tiene su propia figura, y si se conoce la frecuencia del patrón, puede hallarse la frecuencia desconocida.



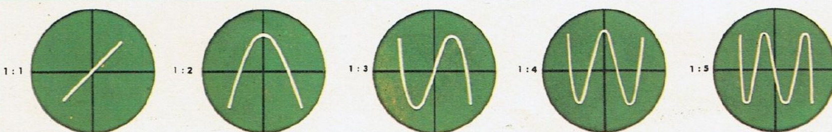
Si una onda de diente de sierra se conecta a las placas X de un osciloscopio, y se dejan libres las placas Y, aparece una imagen que es una línea recta.

Si una onda de diente de sierra se conecta a las placas X, y una onda del tipo de corriente alterna a las placas Y, resulta una imagen con la forma de una onda de corriente alterna.

FIGURAS PARA RELACIONES LIGERAMENTE INFERIORES A 1:1



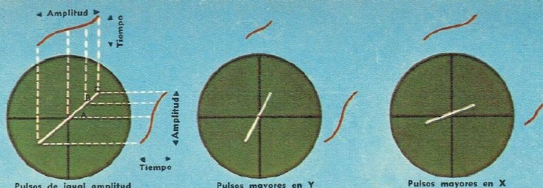
Cuando una de las frecuencias es ligeramente menor, se produce la pérdida de un pulso de esta manera: si la relación de las dos frecuencias es ligeramente inferior que 1:1, la imagen en la pantalla variará desde la línea recta a una elipse, y luego a un círculo. Después de esto, a medida que las dos vibraciones vayan coincidiendo gradualmente de nuevo, el círculo se trasformará en una elipse y, por último, volverá a resultar una línea recta. Estos pasos se suceden, en la pantalla, inclinándose la figura en dirección opuesta.



FIGURAS PARA RELACIONES SENCILLAS DE DOS FRECUENCIAS

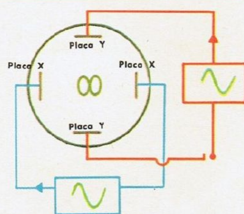
La frecuencia de los dos pulsos que llegan al osciloscopio no tiene que ser obligadamente la misma. Diferentes relaciones de frecuencias producen distintas figuras.

Frecuentemente, cuando el oscilador patrón puede producir vibraciones de la misma frecuencia que la otra desconocida, se varía su frecuencia hasta que aparezca en la pantalla la figura correspondiente a 1 : 1, que se reconoce con facilidad. La frecuencia que se lee en la escala del oscilador patrón es, entonces, idéntica a la frecuencia del otro, que está bajo comprobación. Por lo tanto, conectando los dos osciladores al osciloscopio, y mediante una sencilla operación de ajuste, la frecuencia desconocida puede ser leída en la escala del oscilador patrón. Las formas cambian muy rápidamente en la pantalla si las dos frecuencias no son iguales; el osciloscopio proporciona, por ello, un método cómodo y muy preciso de medir frecuencias.

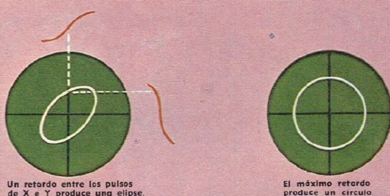


¿Cómo influyen en el punto luminoso que vemos en la pantalla del tubo de rayos catódicos las vibraciones que llegan a las placas X e Y? Para entender esto, consideremos dos vibraciones de igual frecuencia que llegan a dos placas al mismo tiempo. Cuando la elongación de los dos pulsos aumenta, la traza se traslada hacia arriba a la derecha, a B y luego a C.

Cuando los dos pulsos han alcanzado su valor máximo, y su amplitud va decreciendo, el punto luminoso puede volver, siguiendo la línea, hasta el centro del tubo, y luego hacia abajo y a la izquierda, a medida que el pulso crece en la dirección contraria, antes de volver otra vez al centro. Las corrientes alternas de aparatos electrónicos tienen, a menudo, frecuencias de miles o incluso millones de pulsos por segundo, y el punto debe moverse hacia adelante y atrás correspondiendo a cada uno de los pulsos. Nuestros ojos no pueden seguir el punto luminoso cuando se mueve a esa gran velocidad; sólo veremos una línea en la pantalla.



Si se colocan ondas del tipo de corriente alterna en las placas X y en las placas Y, resulta, de esta forma, como se vio anteriormente, una figura de Lissajou.



Un retardo entre los pulsos de X e Y produce una elipse.

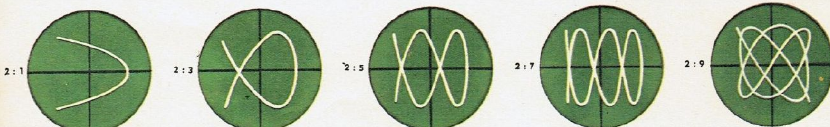
El máximo retardo produce un círculo

Las vibraciones no siempre alcanzan las placas al mismo tiempo. El diagrama muestra lo que ocurre cuando el pulso en X está casi al máximo y la vibración en Y acaba de empezar. El punto ya no pasa por el centro de la pantalla, sino que se mueve alrededor, trazando una elipse. Si se retrasa cada vez más la llegada de una serie de pulsos con respecto a los otros, la elipse en la pantalla se ensancha hasta formar un círculo (cuando los pulsos se encuentran exactamente opuestos unos a otros).



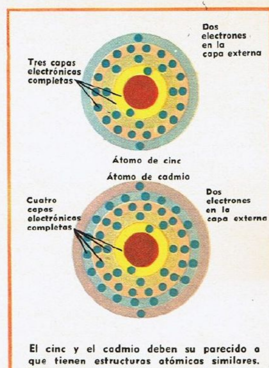
Inmediatamente después, la imagen empezará a cambiar de nuevo, pasando por la elipse y el círculo, hasta alcanzar, de esta manera, la forma de línea inclinada que tenía al principio y, así, sucesivamente, el ciclo vuelve a empezar.

Si la pantalla está inicialmente como en I, poco después estará como en II, y luego en III, y así hasta que aparezca una figura como la de la extrema derecha. Ésta es idéntica a la I, y el proceso se repite continuamente.



Se muestran aquí las formas más sencillas de algunas de éstas: 2 : 1 significa que la frecuencia de las placas Y es "doble" que la de las placas X, y 2 : 5 que la frecuencia en las placas Y es igual a 2/5 de las de las placas X. Estas figuras de Lissajou nos indican cuál es la relación entre dos frecuencias, pues para cada relación hay una traza o figura característica en el osciloscopio.

CINC Y CADMIO

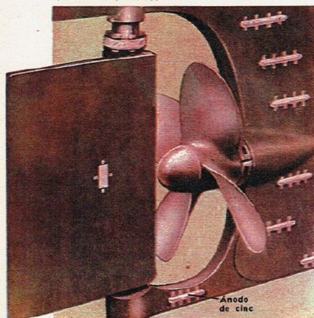


El cinc y el cadmio deben su parecido a que tienen estructuras atómicas similares.

El cinc y el cadmio se utilizan ambos como revestimientos para proteger al hierro de la oxidación. Están químicamente relacionados, con sólo pequeñas diferencias en sus propiedades. Esto no es sorprendente, ya que sus átomos están constituidos de modo similar. El cinc tiene 30 electrones, organizados de modo que hay *tres* capas electrónicas internas completas y sólo *dos* electrones en la capa externa. Los compuestos de cinc están formados por los átomos que dan estos dos electrones a otros elementos. El cinc tiene valencia dos. Los átomos de cadmio tienen *cuatro* capas electrónicas completas y *dos* electrones en la capa externa.



Sección aumentada que muestra un revestimiento de cinc sobre hierro.

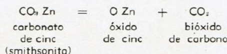


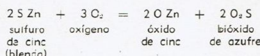
Cinc utilizado para la protección catódica de una hélice de barco. El cinc se corroe en lugar de la hélice.

Con el paso del tiempo, el cinc y el cadmio van siendo corroídos lentamente por la acción del aire, y, debido a ello, no se encuentran nunca en la naturaleza como tales, sino formando compuestos. Los minerales de cinc más comunes son la blenda de cinc, sulfuro de cinc (SZn) y la smithsonita, carbonato de cinc (CO_3Zn). Del cadmio sólo se conoce bien un mineral, el sulfuro de cadmio (SCd) y aun éste es muy raro. La mayoría de los compuestos de cadmio se encuentran mezclados con minerales de cinc. No vale la pena extraer el sulfuro específico para producir cadmio, ya que el metal se obtiene fácilmente, como subproducto, al preparar el cinc a partir de sus minerales.

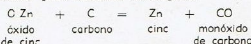
METALURGIA DEL CINC

Al ser extraídos, los minerales no se encuentran en estado puro; contienen cantidades considerables de material inútil, que debe ser eliminado. El mineral se concentra, triturando los terrones hasta reducirlos a polvo y vertiendo éste en una corriente de agua. El material de desecho cae al fondo y el mineral concentrado se recoge de la superficie. Antes de extraer el metal por fusión hay que convertir los minerales en óxido. Para ello, los minerales concentrados se "tuestan" o calientan fuertemente en una corriente de aire. El carbono, en los carbonatos, se elimina como bióxido de carbono, y el azufre, en los sulfuros, se convierte en gas, bióxido de azufre.





El bióxido de azufre es una importante fuente de ácido sulfúrico. Por ello, muchas plantas de producción de cinc incluyen también una planta para convertir el bióxido en ácido. Después del tostado, el óxido se *funde*. El oxígeno se separa, reduciendo el óxido a metal. La antracita, una forma relativamente pura de carbono, actúa como elemento reductor para eliminar el oxígeno.



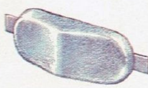
El horno en que se produce la fusión está lleno de briquetas, formadas por óxido en polvo y antracita en polvo. Aunque el óxido está formado principalmente por cinc, contiene también algo de óxido de cadmio. Cuando se enciende el horno, el cadmio es el primer metal que lo abandona. Le sigue el cinc. Los metales se llevan en forma de vapor al interior de un recipiente con plomo fundido. Unos rotores, sumergidos en el plomo fundido, lanzan gotitas de éste en el seno de la corriente de vapor. El vapor del cinc (o del cadmio) se disuelve, en cambio, en las gotitas. De este modo, los gases del horno son expulsados una vez que se les ha liberado de su contenido de vapor del metal. La solución de plomo se deja enfriar lentamente. El plomo es un metal pesado; el cinc, en cambio, es más ligero y flota sobre la superficie. El cinc que flota, rebosa y se solidifica en un baño. El plomo puede usarse indefinidamente. Los restos de cadmio se separan del cinc por destilación.

PROPIEDADES QUÍMICAS

El cinc y el cadmio en polvo arden fácilmente en el aire, formando nubes de óxido finamente pulverizado. El óxido de cinc es blanco y el de cadmio, pardo.

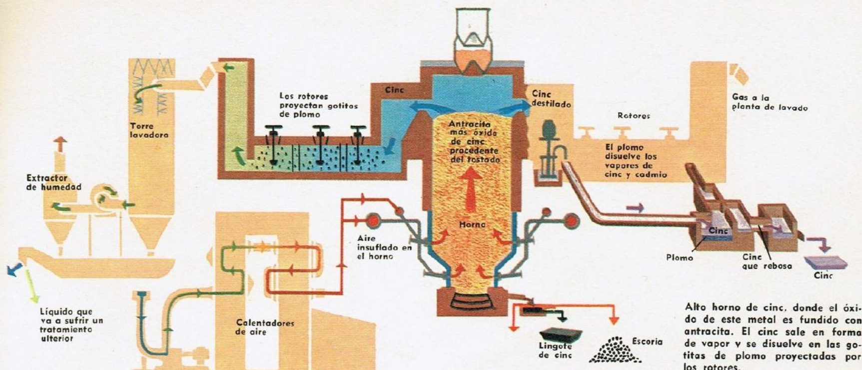


Algunos ánodos de cinc

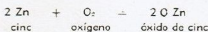


Placa de patente o matrícula, en aleación de cromo recubierta de cinc



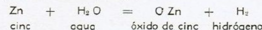


Alto horno de cinc, donde el óxido de este metal es fundido con antracita. El cinc sale en forma de vapor y se disuelve en las gotitas de plomo proyectadas por los rotores.



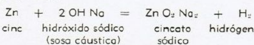
$$2\,Zn + O_2 = 2\,O\,Zn$$
cinc + oxígeno = óxido de cinc

El cinc y el cadmio calientes reaccionan con vapor de agua, dando óxidos. El cadmio es algo menos reactivo que el cinc.



$$Zn + H_2O = O\,Zn + H_2$$
cinc + agua = óxido de cinc + hidrógeno

Ambos metales se disuelven en ácidos para formar sales. En la reacción se produce hidrógeno. Pero, a diferencia de la mayoría de los metales, el cinc se disuelve también en álcalis concentrados y calientes; el cadmio no lo hace.



$$Zn + 2\,OH\,Na = Zn\,O_2\,Na_2 + H_2$$
cinc + hidróxido sódico (sosa cáustica) = cincato sódico + hidrógeno

Muchos de los compuestos de cinc y cadmio tienen un comportamiento similar. Por ejemplo, cuando se hace burbujear ácido sulfúrico a través de soluciones de las sales de cinc (en solución alcalina) o de cadmio, precipitan los sulfuros correspondientes. El sulfuro de cinc precipita como un espeso polvo blanco, y el de cadmio, como polvo de un amarillo intenso.

Todos sus compuestos no se comportan de la misma manera. El óxido de cinc, un polvo blanco que se vuelve amarillo cuando se calienta, reacciona con los ácidos. Éste es el comportamiento normal, ya que todos los óxidos metálicos (óxidos básicos) lo hacen. Pero, a diferencia del óxido de cadmio, también se comporta como el óxido de un no metal (óxido ácido), y reacciona con álcalis. Recibe, por poseer a la vez propiedades básicas y ácidas, el nombre de óxido anfótero. El hidróxido de cinc es también anfótero, pues reacciona con ácidos y con álcalis.

APLICACIONES DEL CINC

El cinc se utiliza mucho para revestir hierro y protegerle de la oxidación. El hierro galvanizado presenta un aspecto jaspeado, a causa de la formación de grandes cristales de cinc. El cinc también se utiliza para impedir la oxidación de las hélices de los barcos. Esto no se hace revistiendo la hélice, sino colocando tiras de cinc a lo largo de la superficie (*protección catódica*). El hierro de la hélice no tiene la misma composición en toda su masa; debido a ello se forman pequeñas corrientes eléctricas que fluyen del hierro al agua de mar y vuelven a una zona distinta de aquél. La oxidación se produce cuando la corriente abandona el hierro. Cuando se colocan trozos de cinc en la superficie, las corrientes se originan en el cinc y éste es corroído en lugar del hierro. El cinc también se mezcla con otros metales; sus aleaciones, fundidas en piezas metálicas, se utilizan para la fabricación de carcazas de altoparlantes y de los números de las patentes o matrículas. El latón es una aleación de cobre y cinc muy conocida. Las pilas de linterna tienen fundas de cinc. El óxido de cinc es el compuesto más importante de este metal desde el punto de vista comercial. El pigmento blanco de China se obtiene a partir de él. Presenta la ventaja, sobre el óxido de plomo, de no ennegrecerse en atmósfera de sulfuro de hidrógeno.

APLICACIONES DEL CADMIO

El cadmio es cada vez más utilizado para recubrir contactos eléctricos. El sulfuro de cadmio, un pigmento amarillo, se utiliza en la fabricación de pinturas. Los cables eléctricos aéreos están hechos con una aleación de cobre con un 10 % de cadmio.

Ácido diluido — Desprendimiento de burbujas de hidrógeno — Cinc

$Zn + H_2SO_4 \rightarrow SO_4Zn + H_2$
Cinc + Ácido sulfúrico → Sulfato de cinc + Hidrógeno

Álcali concentrado — Desprendimiento de burbujas de hidrógeno — Cinc

$Zn + 2OHNa + 2H_2O \rightarrow Zn(OH)_4Na_2 + H_2$
Cinc + Hidróxido sódico + Agua → Cincato sódico + Hidrógeno

El cinc reacciona con ácidos y álcalis.

Densos vapores blancos de óxido de cinc — Cinc — Tela metálica — Vapores pardos de óxido de cadmio — Cadmio

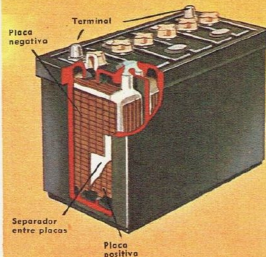
Cinc + Oxígeno = óxido de cinc
$2\,Zn + O_2 \rightarrow 2\,O\,Zn$

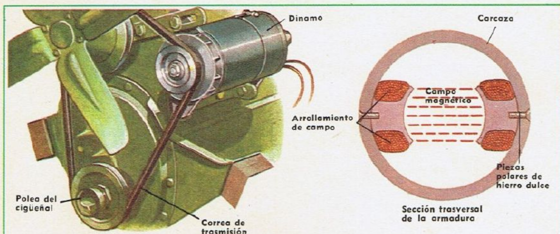
Cadmio + Oxígeno = óxido de cadmio
$2\,Cd + O_2 \rightarrow 2\,O\,Cd$

El cinc y el cadmio arden fácilmente en el aire para formar óxidos.

SISTEMA ELÉCTRICO DE VEHÍCULOS AUTOMOTORES

El funcionamiento de un moderno vehículo de motor depende de una serie de componentes eléctricos conectados en distintos circuitos.
Este artículo se ocupa de la mayoría de estas unidades, incluyendo batería, dinamo, motor de arranque, sistema de alumbrado y la unidad reguladora.





LA DINAMO (GENERADOR)

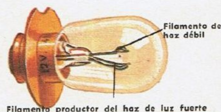
La dinamo va montada, generalmente, en el motor, y se mueve por una correa de trasmisión acoplada a una polea en el eje del cigüeñal.
La dinamo produce corriente para cargar la batería.
Ya se ha explicado previamente cómo se puede producir corriente en una espira de alambre moviéndola en un campo magnético. En una dinamo un gran número de espiras están embutidas en un núcleo de hierro unido a un eje. Cada espira tiene sus extremos conectados a un colector ajustado al final del eje. Este colector está constituido por segmentos de cobre, separados entre sí por aisladores de mica. El conjunto se llama "armadura".
Cuando la armadura gira en un "campo magnético" (creado por un arrollamiento montado en las piezas polares de hierro dulce unidos a la carcaza de la dinamo) se produce una corriente. Esta corriente es recogida por bloques de carbono emplomado o cobreado, o "escobillas", que presionan sobre los segmentos del conmutador. Parte de la corriente pasa a los arrollamientos, y esto aumenta el campo magnético. Este aumento del campo magnético se traduce en un incremento de corriente en la armadura. Este "refuerzo" continúa automáticamente hasta que se alcanza una plena producción de corriente y fuerza eléctrica.

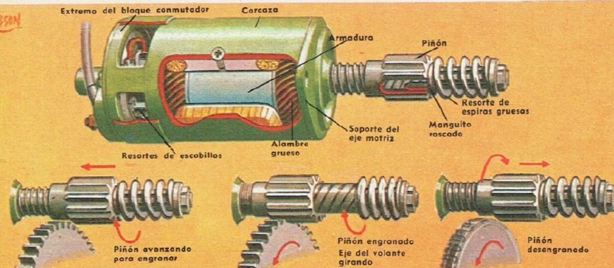
CONTROL DE LA FUERZA ELÉCTRICA DE LA DINAMO

Si se obtienen velocidades muy altas en el motor se corre el peligro de que la fuerza eléctrica de la dinamo alcance valores muy elevados y pueda causar daños a la batería y otras partes del sistema eléctrico. Por lo tanto, es necesario controlarla; esto se consigue con el disyuntor y la unidad reguladora de voltaje.

ALUMBRADO

Los modernos sistemas de alumbrado estadounidenses e ingleses consisten en dos faros, cuyas lamparillas tienen un par de filamentos horizontales.
El filamento que produce el haz de luz más fuerte está centrado en el "reflector" con el otro filamento, montado por encima. Los dos filamentos están conectados a un "interruptor intercambiador". Cuando el conductor acciona éste, el filamento débil se ilumina y el haz fuerte se apaga. La posición de la luz de cruce es causa de que el haz esté dirigido a la derecha y hacia abajo (en EE.UU.) o a la izquierda (en Inglaterra), para evitar los daños que se pudieran causar a los vehículos que circulan en dirección contraria. Las luces laterales se montan, en general, separadas, bajo los faros.
Se llevan también dos luces rojas traseras, que tienen generalmente un par de filamentos finos: uno para los viajes de noche y otro como luz de freno. Esta luz de freno se enciende automáticamente al pisar el pedal.
En el diagrama se muestra el circuito de vuelta a tierra, con el montaje de faros, lámparas laterales y luces rojas y de freno. Los caminos de la corriente de retorno se realizan a través de "tierra".





EL MOTOR DE ARRANQUE

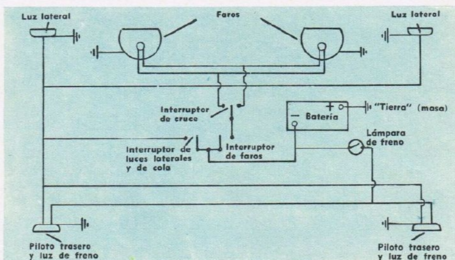
La función del motor de arranque es hacer girar el cigüeñal del motor con la velocidad suficiente para que arranque el vehículo.
La estructura del motor de arranque es similar a la de la dinamo; difiere en que los arrollamientos (armadura y campo de espiras) están hechos de alambre grueso. Esto ocurre también con los cables que conectan el motor de arranque con el interruptor y con la batería. La razón de ello es que en el arranque se saca una gran cantidad de corriente de la batería.
En los motores de arranque, la armadura y

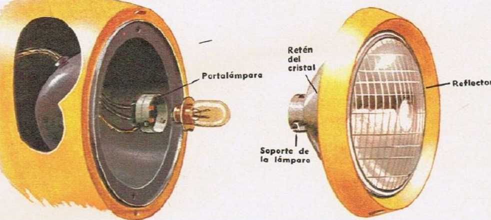
LA BATERÍA

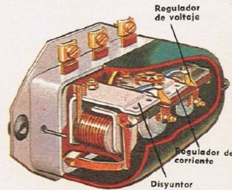
La batería almacena la energía eléctrica producida por la dinamo; de esta forma dicha energía puede ser usada cuando convenga, para accionar los distintos mecanismos eléctricos del vehículo.
El tipo más usado en automóviles es la batería de plomo-ácido. En ésta, hay un número de celdas que contienen placas positivas y negativas alternadas, con aisladores, conocidos como separadores, entre ellas. Cada conjunto de placas positivas se conecta a un terminal de plomo. Las placas están sumergidas en ácido sulfúrico diluido, llamado electrólito, que debe tener un peso específico de 1,285 cuando la batería está cargada y 1,180 cuando no.
La batería almacena su carga, a expensas de los cambios químicos producidos en las placas, cuando una corriente pasa por ella. Cuando la corriente abandona la batería los cambios se invierten.

CAMBIOS QUÍMICOS EN LAS PLACAS DE LA BATERÍA

Cada celda tiene un voltaje aproximado de dos voltios, es decir, una batería de doce voltios se forma uniendo seis celdas en serie (una detrás de otra). Cada batería tiene bornes terminales, uno marcado + (positivo) y otro — (negativo).
Para todos los efectos prácticos, se considera que la corriente de la batería fluye del polo positivo al circuito donde se necesita, volviendo luego al negativo; pero en realidad, el flujo de electrones va del polo negativo al positivo.



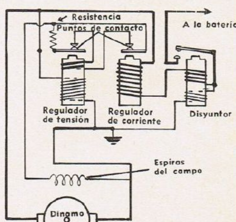




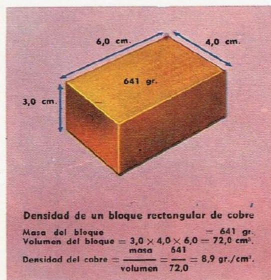
EL DISYUNTOR Y EL REGULADOR AUTOMÁTICO DE TENSIÓN

Esta unidad se introdujo para hacer frente a las fuertes demandas de energía eléctrica, debidas al creciente uso de aparatos eléctricos en los vehículos modernos.
El "disyuntor" es una especie de interruptor automático conectado entre la batería y la dinamo. Cuando el voltaje de la dinamo es mayor que el de la batería, el disyuntor permite el flujo de corriente hacia la segunda; pero cuando el voltaje de la batería es mayor que el de la dinamo (como sucede a velocidades pequeñas del motor) el interruptor se abre para evitar la descarga de la batería en los arrollamientos de la dinamo. El contacto en el disyuntor se abre y se cierra mediante la creación de un campo magnético en el núcleo del disyuntor.
El "regulador automático de tensión" trabaja de la siguiente forma: el regulador permite un flujo máximo de corriente hacia la batería cuando está descargada. Cuando está cargada casi por completo, el regulador toma el sobrante y mantiene un valor casi constante. Esto tiene el efecto de reducir la velocidad de carga, que así se verifica poco a poco.
El control de la fuerza eléctrica de la dinamo se completa conectando o interrumpiendo automáticamente una resistencia, en o fuera del circuito del campo de la dinamo, según que la corriente sea muy pequeña o muy grande. El contacto se efectúa en unos puntos que se abren y cierran magnéticamente, de forma que la resistencia está alternativamente en y fuera de circuito.

el campo de espiras están conectados en serie. Este método se emplea para producir el gran esfuerzo de torsión necesario para hacer girar el cigüeñal durante la puesta en marcha.
El giro producido en el eje de la armadura se trasmite mediante un pequeño "piñón" (engranaje) que hace girar la "corona del volante". La figura muestra que el piñón de arranque está fijado a un manguito roscado que va en el eje de la armadura. Cuando se acciona el motor de arranque, el piñón tiende a quedarse quieto; pero cuando el manguito y el eje giran el piñón se mueve a lo largo del manguito y engrana con la corona del volante. El muelle de espiras gruesas aminorará el choque que se produce cuando engrana. Tan pronto como el motor gira a una velocidad mayor que la del motor de arranque, el piñón es despedido a lo largo del manguito fuera del engranaje, ayudado por el resorte.
En muchos vehículos modernos, el "interruptor de arranque" se acciona por un electromagneto, llamado "solenoide", que es accionado, a su vez, por la corriente de la batería, mediante un circuito independiente. Este circuito funciona oprimiendo un botón o haciendo girar la llave de contacto.
En muchos vehículos estadounidenses, cuando se pisa el acelerador se acciona automáticamente el interruptor.



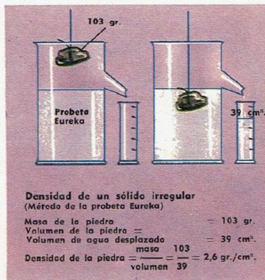
DENSIDAD Y PESO ESPECÍFICO



Densidad de un bloque rectangular de cobre

Masa del bloque = 641 gr.
Volumen del bloque = $3{,}0 \times 4{,}0 \times 6{,}0 = 72{,}0$ cm³.

$$\text{Densidad del cobre} = \frac{\text{masa}}{\text{volumen}} = \frac{641}{72{,}0} = 8{,}9 \text{ gr./cm}^3.$$



Densidad de un sólido irregular
(Método de la probeta Eureka)

Masa de la piedra = 103 gr.
Volumen de la piedra =
Volumen de agua desplazado = 39 cm³.

$$\text{Densidad de la piedra} = \frac{\text{masa}}{\text{volumen}} = \frac{103}{39} = 2{,}6 \text{ gr./cm}^3.$$

Cuando un ingeniero diseña un puente, necesita conocer la masa de sus distintas secciones para asegurarse de que la estructura es lo suficientemente fuerte. Sin embargo, no necesita pesar cada sección para conseguir esta información. Conociendo el volumen, le basta con comprobar en una tabla cuál es la *densidad* del material y así puede *calcular* cuál es la masa de la sección.
La densidad de una sustancia es la masa de la unidad de volumen; es decir, la densidad de una muestra puede hallarse dividiendo su masa por su volumen. Por ejemplo, 53 cm³ de mercurio pesan 718 gramos; de aquí resulta:

$$\text{densidad} = \frac{\text{masa}}{\text{volumen}} = \frac{718}{53} = 13{,}5 \text{ gr./cm}^3.$$

Puesto que la densidad se halla dividiendo la masa por el volumen, sus unidades serán gramos por centímetro cúbico (gr./cm.³) en el sistema métrico decimal.
Cuando se conoce la densidad de una sustancia, es posible calcular la masa de un volumen conocido, de la misma forma que en el ejemplo anterior. La fórmula se plantea de la siguiente manera: masa = densidad × volumen.
En otros casos puede ser necesario conocer el espacio que ocupará una determinada masa de material. Esto se consigue usando la misma fórmula de otra forma:

$$\text{volumen} = \frac{\text{masa}}{\text{densidad}}$$

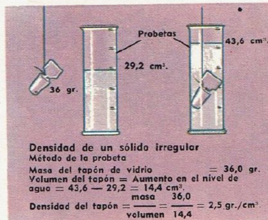
Por ejemplo, 50 gramos de plomo, cuya densidad es de 11,3 gr./cm.³, ocuparán

$$\frac{50}{11{,}3} = 4{,}4 \text{ cm.}^3$$

Antes de realizar estos cálculos es preciso conocer las densidades de las sustancias en cuestión. En todos los casos, la determinación de la densidad requiere dos medidas independientes: la *masa* y el *volumen* de la muestra considerada. La masa se halla pesando la muestra en una balanza. El método para hallar el volumen depende de la naturaleza de la muestra. En el caso de un líquido, se determina fácilmente usando una probeta u otro recipiente adecuado. Si se desea conseguir un resultado con gran aproximación, se necesita una muestra lo suficientemente grande como para obtener un buen valor de la masa y del volumen.
La determinación del volumen de un sólido regular, p. ej., un cilindro o una esfera, no presenta problema, puesto que sus dimensiones pueden determinarse con una regla o micrómetro; a partir de ellas se calculará el volumen. El volumen de un sólido irregular, p. ej., un trozo de piedra, puede hallarse sumergiéndolo en agua y midiendo luego el volumen desplazado. Las figuras adjuntas muestran dos formas de realizar la determinación.
Sin embargo, es más fácil hallar la cantidad de agua desplazada pesándola. Este procedimiento originó el término *peso específico* o *densidad relativa*, que es el cociente de la densidad de la sustancia y la del agua. Puede hallarse mediante la fórmula

$$\text{peso específico} = \frac{\text{peso de la muestra}}{\text{peso de igual volumen de agua}}$$

Como esta cantidad es un cociente, tiene el mismo valor, cualesquiera sean las unidades usadas.
Puesto que la densidad del agua es aproximadamente 1,0 gr./cm.³, la densidad de las sustancias en el sistema métrico de unidades tiene el mismo valor numérico que su peso específico.



Densidad de un sólido irregular
Método de la probeta

Masa del tapón de vidrio = 36,0 gr.
Volumen del tapón = Aumento en el nivel de agua = 43,6 — 29,2 = 14,4 cm³.

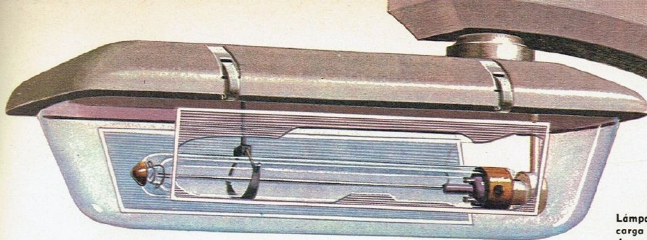
$$\text{Densidad del tapón} = \frac{\text{masa}}{\text{volumen}} = \frac{36{,}0}{14{,}4} = 2{,}5 \text{ gr./cm}^3.$$

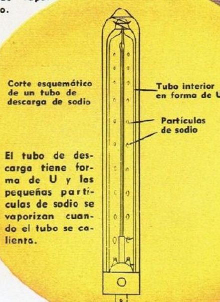
Peso específico del alcohol metílico	gr.
Peso del picnómetro + alcohol	66,17
Peso del picnómetro	25,35
Peso del alcohol solo	40,82
Peso del picnómetro + agua	75,18
Peso del picnómetro	25,35
Peso del agua solo	49,83

$$\text{Peso específico del alcohol} = \frac{\text{peso del alcohol}}{\text{peso de igual volumen de agua}} = \frac{40{,}82}{49{,}83} = 0{,}82$$

(Nota: El picnómetro puede usarse también para determinar pesos específicos de sólidos pulverulentos.)

Picnómetro





TUBOS DE DESCARGA

Nada más distinto, en apariencia, que un relámpago y una aurora boreal. Sin embargo, ambos fenómenos responden a la misma causa: el paso de una corriente eléctrica a través de un gas. Este fenómeno se denomina *descarga en gases* o *gaseosa*.

La descarga en gases produce, en general, un brillante manantial de luz. La descarga de un relámpago es de color blanco brillante; la luz de una aurora boreal puede ser, en cambio, amarillo-verdosa, roja, azul, gris o violeta.

Esta diferencia de colores se debe a que mientras el relámpago es una descarga producida a través del aire a presión atmosférica normal, las descargas de la aurora boreal tienen lugar en las altas capas de la atmósfera, a través de gases extremadamente rarificados, a muy baja presión.

El color de la luz producida en una descarga gaseosa depende de dos cosas: de los gases presentes y de su presión. La descarga es un medio eficaz de producir luz y la base del alumbrado fluorescente y de los más modernos sistemas de alumbrado público. Se usan, comúnmente, como gases el vapor de mercurio, el vapor de sodio y otros gases inertes, como el neón.

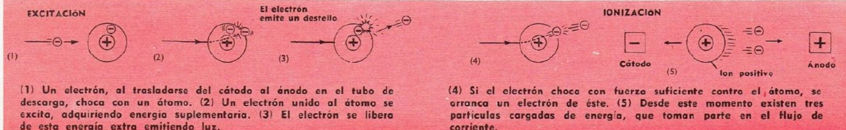
Se hace pasar una corriente eléctrica a través del gas contenido en un tubo de vidrio, llamado *tubo de descarga*. La corriente es un flujo de partículas cargadas negativamente (electrones) que fluyen del terminal cargado negativamente en el tubo *(cátodo)* al positivo *(ánodo)*. A menudo, el cátodo se calienta, como en las válvulas electrónicas, de forma que los electrones se "evaporan", abandonando la superficie del cátodo y acelerándose hacia el ánodo a consecuencia de la presión eléctrica que actúa sobre ellos.

Si no existiera gas en el interior del tubo, los electrones se trasladarían sin dificultad hacia el ánodo. Pero en los tubos de descarga existen átomos o moléculas de gas, y, aun a bajas presiones, la probabilidad de que un electrón llegue al ánodo sin chocar con una molécula de gas es muy pequeña. Cada vez que un electrón choca con una molécula o átomo de gas pierde una parte de su energía y velocidad, siendo acelerado, a continuación, por el campo eléctrico. Puede ocurrir una nueva colisión y el proceso de aceleración se repite.

Como consecuencia de tales colisiones se producen distintos fenómenos. El electrón puede rebotar en el átomo o la molécula, dejándolos íntegros, o trasmitirles parte de su energía. Esta energía es la que se convierte en luz visible.

EXCITACIÓN

El electrón que choca influye, en general, sobre los electrones más externos del átomo de gas. Si a un electrón unido al átomo de gas se le suministra una

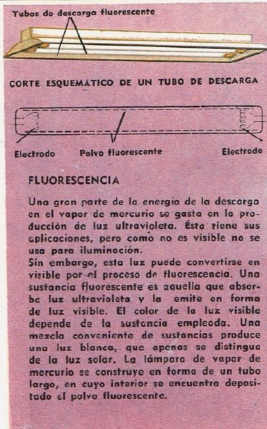


(1) Un electrón, al trasladarse del cátodo al ánodo en el tubo de descarga, choca con un átomo. (2) Un electrón unido al átomo se excita, adquiriendo energía suplementaria. (3) El electrón se libera de esta energía extra emitiendo luz.

(4) Si el electrón choca con fuerza suficiente contra el átomo, se arranca un electrón de éste. (5) Desde este momento existen tres partículas cargadas de energía, que toman parte en el flujo de corriente.



Electrones emitidos por la descarga solar a través de los gases enrarecidos de la atmósfera superior. Esta descarga se presenta como una aurora boreal.



energía extra, como consecuencia de una colisión, este electrón se *excita*. Pero no puede continuar mucho tiempo excitado, y casi inmediatamente vuelve a su estado normal liberándose del exceso de energía radiándola en forma de luz.

Generalmente, la luz es de una longitud de onda o color definido. Esto se debe a que un electrón es excitado solamente por ciertas cantidades discretas de energía; así, pues, sólo radia luz de determinada energía (es decir, de una determinada longitud de onda). En la mayoría de los átomos, los electrones pueden existir en un número de estados excitados, caracterizado cada uno por una cantidad de energía superior a la normal.

Cuando los electrones vuelven a sus estados normales pueden radiar a varias longitudes de onda. Por ejemplo, la luz producida por descarga a través de un tubo con vapor de mercurio es una mezcla de luz de varias longitudes de onda. No todas se encuentran en la región visible; un porcentaje elevado de radiación es de luz ultravioleta. El color de la luz emitida es blanco-verdoso.

El vapor de mercurio no es una fuente luminosa particularmente buena, ya que gran parte de la energía emitida se encuentra en forma de radiación ultravioleta invisible. Bastante mejor que él es el vapor de sodio, puesto que casi toda la luz que emite es de dos longitudes de onda muy próximas, situadas en la zona amarilla del espectro. Aunque esta luz no se asemeja a la solar, se obtiene a bajo precio, y es bastante usada, por ello, en el alumbrado público, donde el color exacto de la luz no tiene mucha importancia.

El color de la luz de las lámparas de mercurio puede mejorarse (es decir, hacérselo más blanco) aumentando la presión de mercurio en el tubo. Cuando existen muchas más moléculas ubicadas en forma compacta tienden a influirse entre sí. Esto afecta a la forma en que pueden excitarse los electrones y, por lo tanto, a la luz que radian cuando vuelven a su estado normal. El resultado es que la luz se hace ligeramente rojiza. Añadiendo luz roja al blanco-verdoso de la luz de mercurio ésta se hace más blanca.

La luz de una descarga eléctrica a través de aire, a la presión atmosférica (por ejemplo, el resplandor de un relámpago), es blanca brillante, porque esta luz es la resultante de todas las longitudes de onda emitidas por los gases que constituyen el aire.

IONIZACIÓN

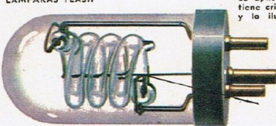
Es muy difícil hacer circular una corriente eléctrica a través de un gas, porque las moléculas y átomos de éste se interponen en el camino de los electrones y el gas actua como *aislador*. Es decir, al ánodo no llegan muchos de los electrones emitidos por el cátodo.

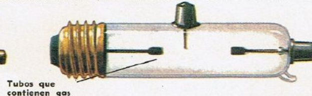
Afortunadamente, existe un proceso, llamado *ionización*, que ayuda a reforzar la corriente, incrementando el número de electrones que alcanzan el ánodo. El gas se convierte, entonces, en *conductor*.

La ionización es un caso extremo de excitación. La colisión entre el electrón y el átomo resulta tan violenta, y se trasfiere tanta energía a uno de los electrones del átomo de gas, que este electrón sale fuera del átomo. Este electrón, cargado negativamente, es acelerado hacia el ánodo por una diferencia de tensión (entre cátodo y ánodo) igual que cualquier otro electrón. Por cada electrón ionizante aparecen ahora dos, que son acelerados en el campo eléctrico y chocan con los átomos de gas. Como resultado de estas colisiones se pueden ionizar más átomos, y desde el primer electrón se origina una "avalancha". Estos electrones son capaces de excitar más átomos y moléculas y producir más luz. La corriente circula libremente en un gas ionizado. Además de los electrones que se aceleran hacia el ánodo, la corriente total se incrementa con partículas cargadas *positivamente*, atraídas hacia el cátodo. Estas partículas son los restos de los átomos que han perdido electrones en choques, o sea, por cada electrón hay un ion positivo. Antes del choque eran eléctricamente neutros, es decir, el átomo contenía igual número de cargas positivas y negativas; ahora, al haber perdido un electrón, queda cargado positivamente y es acelerado hacia el cátodo.

FABRIL 21-8-64

LÁMPARAS FLASH





Se aplica de golpe un alto voltaje a través de un tubo que contiene criptón. Se produce una descarga de una milésima de segundo y la iluminación se usa para exposiciones fotográficas veloces.



NUEVAS REALIDADES, NUEVOS TÉRMINOS

RESISTENCIA A LOS INSECTICIDAS

En el trascurso de la última guerra mundial, las naciones aliadas y Alemania descubrieron, simultáneamente, los primeros insecticidas sintéticos de actuación por contacto. Los aliados contaban con el DDT (dicloro-difenil-tricloro-etano), insecticida revolucionario que hizo pensar que se conseguiría el total exterminio de los insectos perjudiciales al hombre. Sin embargo, veinte años después, a pesar de que se cuenta ya con otros muchos insecticidas de probada eficacia, los insectos siguen siendo una de las principales amenazas para el género humano.
Ello se debe a que algunos insectos han desarrollado resistencias a ciertos insecticidas. La resistencia la han adquirido por selección natural, al supervivir en las zonas desinsectadas individuos que poseían enzimas (catalizadores biológicos) que metabolizaban los productos tóxicos en otros que no lo eran. Los descendientes de estos individuos, al ser la resistencia un fenómeno ligado a la herencia, también presentan resistencia a los insecticidas y, como se reproducen con gran rapidez, en poco tiempo se forman poblaciones de insectos resistentes muy numerosas.



Este fenómeno ha adquirido proporciones alarmantes debido al uso del DDT. Los insectos resistentes a este insecticida poseen el enzima **DDT-dehidro-clorasa**, que libera cloro de la molécula del tóxico y lo transforma en un producto prácticamente inocuo. Basta decir, a este respecto, que una mosca resistente al DDT necesita para morir concentraciones de insecticida 60 veces superiores a las precisas para acabar con una mosca normal. El fenómeno es alarmante, no sólo porque no se vislumbra un sistema con que exterminar a los insectos, sino porque, además, las concentraciones crecientes de tóxicos son ya peligrosas para la salud del hombre y de los animales. Hay zonas, en algunos países, en las que han desaparecido los pájaros debido a que se alimentaban de insectos portadores de insecticidas en concentraciones elevadas.



La resistencia puede ser de cuatro clases: resistencia espontánea, resistencia adquirida, resistencia de cruce y resistencia debida al comportamiento.
La **resistencia espontánea** la presentan algunos insectos naturalmente, es decir, como una característica propia de su organismo.

La **resistencia adquirida** es consecuencia de los contactos repetidos durante varias generaciones del insecto con el tóxico. Estos contactos producen, como ya hemos dicho, la selección de los individuos más aptos para resistir al insecticida. Es el tipo de resistencia más común.



La **resistencia de cruce** es debida al hecho de que, con frecuencia, cuando un insecto presenta resistencia a un insecticida, también la presenta, hasta cierto punto, a insecticidas cuyo proceso de intoxicación sea análogo. Así, los insectos resistentes al DDT suelen ser algo tolerantes al HCH (ambos insecticidas pertenecen al grupo de los clorados).

La **resistencia debida al comportamiento** tiene un mecanismo distinto. Los insectos que la poseen evitan posarse en aquellas zonas en donde se ha depositado insecticidas y, en consecuencia, no pueden intoxicarse; distinguen, pues, las zonas de peligro. El hombre, por ahora, a pesar de todo, prosigue su lucha implacable contra las plagas, dedicando suma atención a la investigación de nuevos insecticidas que potencien la acción de los que ya posee.



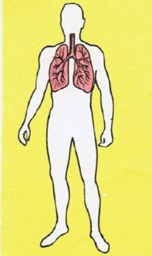


CORREO DE LECTORES

BRONQUIECTASIA

Desearía conocer algún método nuevo para curar la bronquiectasia, sin intervención quirúrgica. R. C.

En realidad, el tratamiento adecuado para las bronquiectasias saculares y de tipo fusiforme, cuando hay síntomas persistentes o recidivantes, consiste en la extirpación de las porciones afectadas del pulmón.
El enfermo tendrá que someterse al examen de un médico, quien tomará la decisión que estime oportuna, puesto que en un tratamiento o intervención hay que tener en cuenta una serie de factores que sólo el clínico puede ponderar.
A título informativo, le diremos que en los casos leves de bronquiectasia, quizá el último recurso de la terapéutica es la aplicación, en forma de aerosol, de una asociación de antibióticos con enzimas proteolíticos. El antibiótico adecuado se localiza haciendo unas pruebas previas de inhibición del crecimiento de los gérmenes propios del enfermo, es decir, un antibiograma. Las enzimas proteolíticas que se utilizan (tripsina, papaína, etc.) son enzimas digestivas y, como su nombre indica, digieren los abscesos, zonas necrosadas, etcétera, limpiando las obstrucciones bronquiales y facilitando la acción bacteriostática de los antibióticos. Estas enzimas se denominan frecuentemente enzimas paraquirúrgicas, porque sus efectos son parecidos a los que se obtienen con una intervención quirúrgica.
Desde hace poco, en vez de las enzimas proteolíticas, se utiliza la acetil-cisteína, un producto cuyos efectos son semejantes a los anteriores aunque su mecanismo de acción sea distinto. La acetil-cisteína disuelve los abscesos al escindir los enlaces SH de las moléculas proteicas que forman la exudación.



REQUERIMIENTOS ALIMENTICIOS

¿Cuál es la proporción entre hidratos de carbono, proteínas y grasas en una dieta equilibrada? R. D. M.

Los primeros estudios científicos sobre la nutrición llevaron a la conclusión que el hombre necesita recibir en su dieta unas 2.400 calorías diarias (en el caso de personas que desarrollan un trabajo intenso, como mineros, leñadores, etc., puede alcanzar las 6.000 calorías). Esto, sin



CORREO DE LECTORES

Comunique sus dudas u objeciones a **TECNIRAMA**, a la dirección del distribuidor en su país. No olvide indicarnos cuáles son los temas de lectura que prefiere.

embargo, no nos brinda una respuesta satisfactoria pues aunque 600 gramos de glucosa, por ejemplo, nos proporcionen las calorías necesarias, no pueden cubrir las necesidades alimenticias. En la dieta deben encontrarse presentes tres tipos de compuestos, principalmente: hidratos de carbono, grasas y proteínas. Aun sin dar a estas cifras un valor absoluto podemos indicar como unas proporciones satisfactorias las siguientes: proteínas 12 %, grasas 9 %, hidratos de carbono 79 %. La disminución de hidratos de carbono puede en cierta medida compensarse por el aumento en la proporción de grasas y viceversa. Sin embargo los hidratos de carbono son absolutamente indispensables, no sólo por ellos mismos, sino porque, en su ausencia, las grasas no se utilizan de modo normal y aparecen productos metabólicos, como la acetona, como consecuencia de una combustión incompleta. Las grasas son también indispensables pues aportan las vitaminas liposolubles y los ácidos grasos que no puede sintetizar el organismo humano.

Por experiencias en animales, se ha comprobado que incluso con una dieta compuesta de este modo podía haber deficiencias en el desarrollo. Esto se explica por una parte porque no todas las proteínas son equivalentes; el hombre necesita ingerir no cualquier proteína sino aquellas que le proporcionen unos aminoácidos que se conocen con el nombre de indispensables, porque el hombre no los puede sintetizar a partir de otros. Por ello es esencial que la ración de proteínas contenga cierta proporción de éstas de origen animal.

ORIGEN DE LA LEUCEMIA

¿Cuál es el origen de la leucemia? ¿Puede ser la radiactividad? ¿Puede tener que ver con los virus? ¿Tiene algo que ver con la mala asimilación del calcio? M. R.

No existe todavía una idea clara sobre el origen de la leucemia en el hombre. Algunos estudios hacen pensar en una cierta influencia hereditaria, que actuaría quizá como predisposición a presentar esta enfermedad. Las pruebas desde luego no parecen muy claras, y no son extensibles a todos los tipos de leucemia. La radiactividad y ciertas sustancias químicas parecen tener una cierta influencia. En los animales existen pruebas concluyentes tanto de la importancia del papel hereditario, que ha sido comprobado para un cierto tipo de leucemia del ratón, como de la presencia de partículas semejantes a virus asociadas con la trasmisión de la leucemia en el gato. Es difícil hacer la comparación de los distintos tipos de leucemia conocidos en el hombre y en los animales, y es posible que su origen y mecanismo puedan ser bastante distintos, a pesar de una cierta uniformidad en los síntomas. No hay ningún dato que relacione la mala asimilación del calcio con la leucemia. El nivel de radiactividad de ciudad no es anormal. De hecho, cuando se habla del papel de la radiactividad en el origen de la leucemia se piensa más en fuentes artificiales de radiactividad que en la radiactividad natural. No es fácil que deficiencias en la alimentación puedan tener que ver con la leucemia, ni hay ningún indicio que haga pensar en ello.

Y PARA CONCLUIR...

EL REVERSO DE LA MEDALLA

Debido a los adelantos en transistores y circuitos miniaturizados, "nadie está a salvo en ningún lugar" dice el jefe del servicio secreto de Boston. Un oído electrónico puede ocultarse en la bolilla de una estilográfica; un transmisor capaz de despachar mensajes a centenares de metros puede no ser mayor de 1 cm^3.: es posible disimular en una cigarrera un registrador de cinta magnética; también existen cámaras minúsculas de TV, con registro de "video" o transmisión directa. Estos aparatos no sólo se utilizan en el espionaje tradicional, sino en ciertas sociedades comerciales y entre matrimonios o vecinos desavenidos.

El mejor receptor acústico actual se conecta en pocos segundos a un teléfono, y como es diminuto pasa inadvertido. Además, puede utilizar la electricidad de la instalación telefónica; transmite en ondas diferentes los sonidos de la habitación y las conversaciones por el aparato.

DESCUBRIMIENTOS QUÍMICOS QUE HAN INFLUIDO EN LA PRODUCCIÓN ALIMENTICIA

En el siglo IV antes de J. C., Aristóteles afirmó que la tierra alimentaba por sí sola a las plantas.

En el siglo XVII, van Helmont (1652), como consecuencia de unos experimentos, dedujo que la planta formaba las sustancias que la componían, a partir del agua.

En 1770, Priestley demostró que, en contra de lo que sucedía con los animales, las plantas envenenaban el aire. Saussure, en 1779, expuso la opinión de que la materia orgánica de las plantas se formaba a partir del gas carbónico, por acción de la luz, y lanzó la hipótesis de que se encontraban en la tierra el nitrógeno y los minerales necesarios para el crecimiento de los vegetales.

Liebig, en 1840, publicó su obra "La química orgánica aplicada a la agricultura y a la fisiología", que permitió a los químicos dirigir el desarrollo de la agricultura, y dar comienzo a los estudios experimentales sobre la nutrición de las plantas. Liebig demostró que únicamente los minerales, sobre todo el ácido fosfórico, la potasa y la cal, intervenían en la nutrición de las plantas, y que el carbono vegetal procedía del ácido carbónico del aire.

Como consecuencia de estos trabajos, surgió la industria de los abonos. En 1841, se construyó en Alemania la primera fábrica de potasa. En 1843 se empezaron a fabricar superfosfatos en Gran Bretaña y se inició la importación a Europa de los nitratos descubiertos en Chile.



A fines del siglo XIX, se dejó sentir la falta de abonos nitrogenados; esto motivó que se pusiera en práctica, poco después (1910), la síntesis de las cianamidas y del amoníaco, según el procedimiento que von Haber había dado a conocer en 1905.

NOTICIA DE HACE 100 AÑOS

La Suprema Corte de Justicia de los Estados Unidos confirma la negativa del foro de Illinois de admitir en su seno a la abogada Sra. Myra Bradwell. Fundamento: "la timidez y delicadeza naturales del sexo femenino le inhabilitan evidentemente para ejercer muchas profesiones".

FRASE DE LA SEMANA

Dijo Schopenhauer: "La superioridad de la inteligencia conduce a la insociabilidad. Si la calidad de las compañías pudiera ser reemplazada por la cantidad, valdría la pena de vivir en el gran mundo. Pero cien locos reunidos en un montón no llegan a hacer un hombre razonable".

PRECIOS DE VENTA (Rigen también para los números atrasados)

ARGENTINA,	Pesos	35.—	ECUADOR,	Sucres	6.—	*HONDURAS,	Lempiras	0,60	PERÚ,	Soles	10.—
*COLOMBIA,	Pesos	3.—	*EL SALVADOR,	Colones	1.—	*MÉXICO,	Pesos	3,50	*PUERTO RICO,	Dólares	0,30
*COSTA RICA,	Colones	2.—	ESPAÑA,	Pesetas	18.—	*NICARAGUA,	Córdobas	2.—	*R. DOMINICANA,	Pesos	0,30
*CHILE,	Escudos	1.—	*GUATEMALA,	Quetzales	0,30	*PANAMÁ,	Balboas	0,30	URUGUAY,	Pesos	4,50
									*VENEZUELA,	Bolívares	1,50

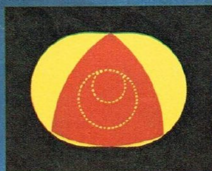
Aparece todas las semanas

* Distribución a partir del 19 de octubre de 1964

Nº 54

tecnirama

ENCICLOPEDIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA ®



SUPERVISOR CIENTIFICO DE LA VERSIÓN CASTELLANA:
Jesús MORCILLO RUBIO, doctor en ciencias y catedrático de la Universidad de Madrid.

AUTORES CONSULTADOS SOBRE TEMAS ESPECIALES DE ESTE NÚMERO: L. C. LICHTY (Univ. Yale), el motor Wankel. A. R. ROGOWSKI (M.I.T.), el motor Wankel. L. H. HYMAN (American Museum of Natural History), los sentidos de los insectos. R. E. SNODGRASS (United States Department of Agriculture), los sentidos de los insectos. C. C. BRANSON (Univ. Oklahoma), la labor erosiva del hielo. W. D. KELLER (Univ. Missouri), la labor erosiva del hielo. N. H. FRANCK (M.I.T.), la medida del calor. A. W. SMITH (Univ. Ohio), la medida del calor. A. X. SCHMIDT (College City, N. York), fabricación de poliestireno. C. C. WINDUNG (Univ. Cornell), fabricación de poliestireno. C. H. TOWNES (Univ. Columbia), el espectro. A. L. SCHAWLOW (Bell Telephone Laboratories), el espectro. E. C. COLIN (Chicago Teacher's College), Mendel y la genética. T. H. DOBZHANSKY (Univ. Columbia), Mendel y la genética. G. M. BARROW (Case Institute of Technology), espectrógrafo de masa. C. A. Mc DOWELL (Univ. British Columbia), espectrógrafo de masa.

TECNIRAMA ®, Enciclopedia de la ciencia y la técnica de hoy, es una obra sistemática que se publica en forma de semanario encuadernable. Una vez eliminadas las cubiertas de los ejemplares, las páginas interiores numeradas forman un curso progresivo. Dichos fascículos se coleccionan cómodamente en prácticas tapas-libro para trece números cada una, que aparecen trimestralmente e incluyen los índices temáticos y alfabéticos completos del tomo.

Publicada en Argentina por
EDITORIAL CODEX S.A.
BOLÍVAR 578 BUENOS AIRES



AÑO II
TOMO V
Nº 54

SUMARIO

Distribuidores, agentes de suscripciones y venta de ediciones anteriores: **ARGENTINA:** Distribuidora Universal S.R.L., Brandsen 1868, Buenos Aires. **COLOMBIA:** Editorial Publex Colombiana, Carrera 7ª Nº 13-58, Bogotá. **COSTA RICA:** Carlos Valerín Sáenz y Cía., Apartado 1924, San José. **CHILE:** Cía. Chilena de Ediciones S.A., Santo Domingo 1175, Santiago. **ECUADOR:** Muñoz Hnos., Bvard. 9 de Octubre 732, Guayaquil. **EL SALVADOR:** Librería Hispanoamérica, Emilio J. Simón y Cía., 1ª calle Oriente y 4ª Avenida Norte, San Salvador. **ESPAÑA:** Distribuidora Europea de Publicaciones (DISEUROPA), Córcega 414, Barcelona. **GUATEMALA:** De La Riva Hnos., 9ª Avenida 10-34, Guatemala. **HONDURAS:** Librería Navarro, Calle Real, Comayagüela DC. **MÉXICO:** Distribuidora Publex S.A. (DISPLUBEX), Dir. responsable Marcial Frigolet Lerma, Bolívar 154, México, D.F. **NICARAGUA:** Ramiro Ramírez Valdez, Avda. Bolívar Sur 302 A, Managua. **PANAMÁ:** José Menéndez, Apartado 2052, Panamá. **PERÚ:** Central Peruana de Publicaciones S.A., Avda. Bolivia 154, Lima. **PUERTO RICO:** Matías Photo Shop, Fortaleza 200, San Juan. **REPÚBLICA DOMINICANA:** Librería Dominicana, Mercedes 49, Santo Domingo. **URUGUAY:** Distribuidora Paysandú S. A., Luis P. Ponce 1432, Montevideo. **VENEZUELA:** Distribuidora Guaicaipuro C. A., Principal a Santa Capilla 4, Caracas.

TEMA DE LA CUBIERTA

EL MOTOR WANKEL. — Sección de un motor Wankel o de turbina. En segundo plano, un helicóptero que utiliza este tipo de motor sin vibraciones.

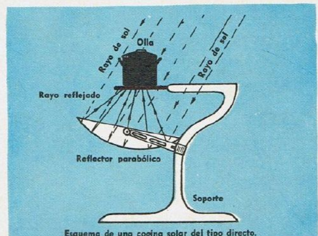
Correo Argentino Central B | TARIFA REDUCIDA | CONCESIÓN Nº 7271

Imprimió Cía. Fabril Financiera Iriarte 2035, Bs. As., Argentina



NOTICIAS DE HOY

Cocinas solares. — Las cocinas solares de tipo directo son, en esencia, dispositivos que permiten recoger con reflectores la luz del sol y concentrarla en una zona reducida, donde se pone la cacerola.
La superficie del reflector es, aproximadamente, de 1 m^2. El principal problema radica en los materiales de construcción de dicho reflector, ya que influyen en el costo inicial, servicio, limpieza y duración de la cocina. Se utilizan superficies de aluminio o de plástico metalizado. El tipo indirecto de cocina solar utiliza un reflector focal para calentar un fluido de trasferencia de calor que circula por la zona en que se coloca la cacerola.
Las cocinas solares han sido propuestas para su utilización en regiones de países poco industrializados, donde el suministro de combustibles es difícil. Se fabrican en la India, pero han sido también usadas, experimentalmente, en México y otros países. Existen modelos plegables muy indicados para campamentos y excursiones.



Esquema de una cocina solar del tipo directo.

SITUACIÓN ECONÓMICA DEL MERCADO COMÚN

Producción industrial (índice general en 1958 = 100)

	Año 1963			
	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Francia	134	141	144	146
Alemania	145	147	157	144
Italia	183	181	184	179
Bélgica	138	139	141	142
Luxemburgo	116	112	114	116
P. Bajos	144	164	151	148
Reino Unido	125	126	130	121
EE. UU.	138	140	138	136

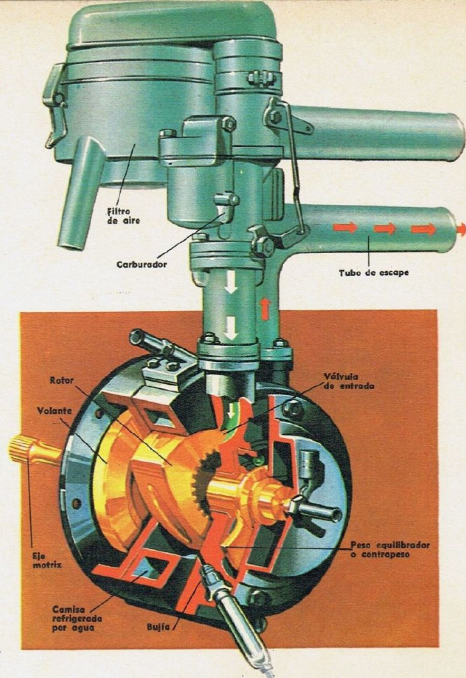
Más sobre efectos del cigarrillo. — Los doctores Maffei y Miani, de la Clínica de Otorrinolaringología de la Universidad de Parma (Italia), han publicado el resultado de sus investigaciones sobre el efecto del tabaco en el oído. Afirman, tras dos años de ensayos utilizando una popular marca italiana de cigarrillos, que aparecen lesiones degenerativas en el caracol, cavidad en forma de espiral situada en el oído interno. También hay presentes en los fumadores lesiones de la trompa de Eustaquio. Estos trabajos confirman otros publicados por investigadores franceses y alemanes a mediados del siglo pasado. Coinciden todos en que los fumadores de cigarrillos presentan síntomas anticipados de la deficiencia en el oído, zumbidos y vértigos.



NOTICIAS DE MAÑANA

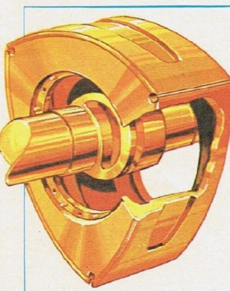
El túnel bajo el Canal de la Mancha. — El gobierno francés y el gobierno británico han acordado, al fin, la construcción del túnel bajo el Canal de la Mancha, uno de los proyectos de ingeniería de más larga historia. Estará constituido por dos túneles gemelos de unos 50 kilómetros de largo, en los que podrán circular hacia un lado y otro los trenes eléctricos, encargados de trasportar los coches, las mercancías y los pasajeros. El problema de la ventilación en un túnel de tal longitud es demasiado grande para permitir el tránsito libre de coches y camiones. El túnel unirá Sangatte, cerca de Calais (Francia), con Westenhanger, cerca de Dover (Inglaterra).

EL MOTOR WANKEL



Corte, en sección, del motor Wankel, que muestra las posiciones del rotor, volante, bujía, válvula de entrada (a través de la cual penetra la mezcla de aire y combustible procedente del carburador), el filtro de aire (parte superior de la figura) y el tubo de escape, que parte de la válvula de expulsión (no representada).

En todos los motores de combustión interna se produce la energía por la expansión de los gases de combustión, obtenidos en la quema rápida del combustible en aire comprimido.
En una turbina de gas, el proceso es continuo. Un flujo constante de aire, comprimido previamente, entra en la cámara de combustión y, simultáneamente, un chorro de combustible penetra en dicha cámara, quemándose en el aire y produciendo un chorro continuo de gases calientes y altamente comprimidos. Éstos se dirigen a las aletas del rotor de una turbina fijada en el eje motriz, que de esta forma gira sin cesar, y los gases ya usados son expulsados a la atmósfera de una forma continua.



El hombre que da nombre a este motor, Félix Wankel, nació en Alemania, en 1902. En su juventud, dedicó mucho tiempo a la experimentación, y trabajó en la resolución de muchos problemas matemáticos. Después de la guerra, restableció su taller, y diseñó una pequeña válvula rotatoria para la fábrica N.S.U. La calidad de los cierres de esta válvula, a pesar de estar sometida a todo el calor de los gases de combustión, le hizo pensar en la posibilidad de construir un motor rotatorio, y lo desarrolló en cooperación con la N.S.U.

El rotor está colocado en una excéntrica, fijada al eje motriz.

En un motor de cilindros, la producción de energía es discontinua, y se deriva de una serie de procesos: aspiración, compresión, encendido y expansión de los gases que son expulsados. Todo ello se verifica en dos vueltas del eje. Por tanto, el eje motriz de un motor de cuatro tiempos, de un solo cilindro, recibe energía solamente durante media vuelta cada dos vueltas, concretamente, durante la fase de expansión. Durante vuelta y media se toma energía de él, para llevar a cabo los restantes procesos descritos anteriormente. Esto se manifiesta en vibraciones en la rotación del eje motriz, que pueden subsanarse, parcialmente, con un volante pesado, o mayor número de cilindros.
Todos los procesos anteriormente descritos de aspiración, compresión, expansión y expulsión se originan por el movimiento de vaivén, en una línea recta, de un pistón en el interior del cilindro. El movimiento de rotación del eje motriz se consigue acoplándolo al pistón por medio de una biela.
Cuando el pistón se halla en el extremo superior de su recorrido, es decir, pegado a la cabeza del cilindro, queda estacionario. También está así cuando se encuentra en el extremo inferior de su recorrido; o sea, en la parte más alejada de la cabeza del pistón. Cuando empieza a moverse, se acelera hasta que alcanza su máxima velocidad, en un punto a la mitad de su recorrido. Entonces comienza a disminuir su velocidad hasta que se para en el extremo de su recorrido, repitiendo luego este proceso a la inversa. Todo esto ocurre durante dos movimientos del pistón, uno en cada dirección, por cada revolución del eje motriz.
En un motor con un recorrido de 10 cm., cuando el eje gira a una velocidad de 4.500 r.p.m., el pistón recorre una distancia total de 4.500 × 10 cm. × 2 = 900 m.; una velocidad media de 900 m/min. La *velocidad máxima* del pistón no es, sin embargo, 1.800 m/min.



En cada vértice del rotor se produce continuamente un cierre, que permite que los gases contenidos en los espacios entre el rotor y la cámara se muevan con el rotor, desde la entrada hasta la expulsión. Cuando cada vértice del rotor deja abierta la válvula de entrada, penetra la mezcla de combustión y aire (amarillo); luego se comprime (anaranjado); se quema y se expande impulsando el rotor (rojo) y los gases son expulsados por el tubo de escape (castaño).

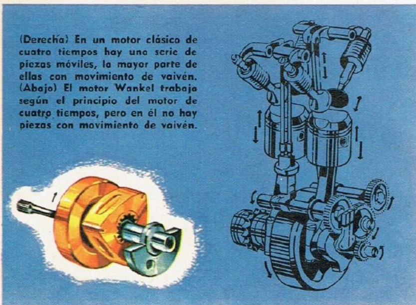
(900 × 2), como podía esperarse, sino 1.413,6 m/min. Es la velocidad a la que gira el eje.
Esta discrepancia se debe al hecho de que la aceleración es máxima cuando el pistón comienza a moverse a partir del reposo. Esta aceleración decrece a medida que la velocidad real del pistón se incrementa hasta alcanzar el valor máximo (cuando el pistón está a medio camino, a lo largo del cilindro y la biela, está formando un ángulo de 90° con la línea del cilindro); entonces cesa la aceleración y comienza la desaceleración.
La energía que se utiliza para mover el pistón (y partes de unión) miles de veces por minuto, y la necesaria para vencer el rozamiento de los segmentos o aros con las paredes del cilindro, causan una gran pérdida de energía.

El motor diseñado por el ingeniero alemán Félix Wankel combina los cuatro procesos del motor clásico de cuatro tiempos en un movimiento rotativo, dentro de una cámara diseñada en forma *epitrocoide*. Tiene la utilidad de eliminar las partes del vaivén de un motor de émbolo, manteniendo la ventaja de permitir una velocidad de rotación baja. El peso y el tamaño se reducen considerablemente y la vibración es virtualmente eliminada. Se asegura que la producción de energía de un Wankel es de dos a dos veces y media superior a la de uno de pistón de la misma cilindrada.
La parte fundamental de un motor Wankel es una cámara de formato especial, en la que hay un rotor de forma triangular, con los lados curvos. Los tres vértices están en contacto continuo con las paredes de la cámara, formando tres compartimientos estancos,



En las 5 figuras, el punto A se ha movido sólo 1/3 alrededor de la cámara, mientras que la palanca y el eje han dado una vuelta completa.

De lo dicho anteriormente, se desprende que un motor como el descrito no es el medio más eficaz para convertir en fuerza motriz el calor latente del combustible. De hecho, el rendimiento calorífico de un motor de petróleo, aun funcionando en las mejores condiciones, no es mayor del 25 %. Además, existe el inconveniente de molestias y pérdidas de energía que produce la vibración inherente a todo movimiento de vaivén.
Se han realizado intentos, a lo largo de estos años, para diseñar un motor que produzca energía motriz por un movimiento puro de rotación. La turbina de gas es un buen ejemplo; pero, a pesar de que a plena carga su rendimiento puede llegar a ser del 38 %, cuando no trabaja a plena carga su consumo de combustible sigue siendo elevado; esto es inconveniente cuando se destina a motores que, la mayoría de las veces, funcionan a velocidades muy inferiores a la máxima.



(Derecha) En un motor clásico de cuatro tiempos hay una serie de piezas móviles, la mayor parte de ellas con movimiento de vaivén. (Abajo) El motor Wankel trabaja según el principio del motor de cuatro tiempos, pero en él no hay piezas con movimiento de vaivén.

limitados, por una parte, por el rotor y, por otra, por las paredes de la cámara. Cuando el rotor gira dentro de la cámara, giran con él, por tanto, los tres compartimientos, y la distancia entre cada cara del rotor y la pared de la cámara aumenta o disminuye, variando el volumen de cada compartimiento.
Para asegurar el funcionamiento suave y seguro del rotor, éste va provisto de un piñón con 30 dientes, que engranan excéntricamente con los 20 dientes de otro piñón que es concéntrico (es decir, tiene el mismo centro) con el eje motriz. En otras palabras, el rotor gira con el engranaje como lo hace un "hula hoop" alrededor de la cintura.
A causa del engranaje excéntrico, y puesto que los dos piñones tienen distinto número de dientes, mientras el eje motriz da una vuelta completa, el rotor sólo ha realizado un tercio de su recorrido en el interior de la cámara, es decir, el eje gira a una velocidad tres veces mayor que la del rotor.
Se puede comprender mejor este movimiento si se imagina una manivela, o palanca, en el lugar de la excéntrica, siendo la longitud de la palanca la distancia entre los centros del rotor y del eje. Cuando el rotor se mueve, el espacio comprendido entre cada cara de éste y la pared de la cámara se agranda, o se hace más pequeño, dos veces por cada revolución completa del rotor. La primera expansión es la fase de "inducción", cuando la mezcla de aire y combustible entra del carburador. La primera contracción de volumen de la cámara comprime la mezcla. La segunda expansión es la base de producción de energía, cuando la mezcla se quema y, por expansión, mueve el rotor. La segunda contracción expulsa los gases. Estas cuatro fases completan un ciclo, y de nuevo hay un espacio, frente a cada cara del rotor; por lo tanto, hay tres de estos ciclos por cada vuelta completa del rotor, es decir, una por cada vuelta del eje.
Comoquiera que la combustión se realiza, sucesivamente, en una cara distinta del rotor, el incremento del calor es razonablemente bajo, con pequeña o nula dilatación del rotor. El interior del rotor está refrigerado con aceite, y el calor se disipa también a través de los contactos que los vértices del rotor realizan sobre las paredes de la cámara, que están refrigeradas por agua.
El eje lleva una rueda dentada para uniformar la rotación entre las fases productoras de energía, y unos pesos en los extremos, para equilibrar el ligero balanceo del rotor.
El encendido y el carburador son similares a los del motor clásico de cuatro tiempos.



Existe una gran variedad en la forma de las antenas de los insectos; están particularmente bien desarrolladas en las mariposas nocturnas.

LOS SENTIDOS DE LOS INSECTOS

Los insectos, como nosotros mismos, responden a una serie de estímulos en su medio ambiente: la luz, el calor, las sustancias químicas, las vibraciones y las sensaciones táctiles. Poseen una variedad de receptores que, cuando son estimulados, trasmiten esta información, en forma de impulsos, al sistema nervioso central. El número de impulsos que se envían depende de la intensidad del estímulo y de su duración, y la respuesta del insecto estará de acuerdo con estos estímulos.

TACTO

El cuerpo de los insectos está recubierto de pelos sensibles; son más numerosos y más sensibles en la región de las antenas y en las secciones inferiores de las patas.

Cada pelo es una parte dura, modificada, de la cutícula o de la capa subyacente de la piel a la que está unida. Cerca de la unión, se encuentra una célula sensitiva que, a su vez, está en contacto con un nervio. Cuando el pelo toca un objeto, el trastorno mecánico de la célula sensorial excitada produce cambios químicos que se trasmiten, en forma de impulsos, a lo largo del nervio, y el insecto "siente". (Ciertos pelos pueden ser excitados por las ondas sonoras; esto lo explicaremos en el apartado del oído.)

Si a una persona se le vendan los ojos y se le pide que busque un objeto en el otro extremo de la alcoba, camina a tientas, usando el tacto para "sentir" su camino a través de la habitación. Al comportarse así, está actuando de forma parecida a un insecto; el insecto toca con sus antenas, valiéndose, mucho más que nosotros, del tacto, y, mucho menos, de la vista.

Además de los pelos sensitivos, los insectos tienen otros órganos de tacto. Éstos son partes modificadas de la cutícula, en forma de cúpula, que, al igual que los pelos, están asociados con una célula sensitiva y su nervio correspondiente. Se encuentran en los *cercos* (apéndices a menudo sensoriales de la extremidad posterior abdominal de ciertos insectos), en las alas y en las partes inferiores de los miembros. Las tensiones en la cutícula actúan sobre los cercos, ocasionando la excitación de la célula sensitiva.

Parece existir una relación directa entre el control del vuelo y los receptores táctiles de las secciones inferiores de las patas, pues ciertos insectos empiezan a volar tan pronto como eliminan peso de los miembros. Probablemente, estos receptores son estimulados continuamente mientras el insecto está en tierra, y esta sucesión de señales pasa por el sistema nervioso central y excita los nervios que controlan el vuelo. El insecto comienza a volar cuando estas señales cesan o cuando otros centros superiores las dirigen.

(Izquierda) Un hueco de una antena que contiene receptores del olor. (Centro) Pelos sensoriales de varios tipos en una antena. (Derecha) Un pelo sensitivo táctil.



Dos hormigas frotando sus antenas; una pasa información a la otra, que usa los receptores de sus antenas.



GUSTO Y OLFATO

Los receptores para estos sentidos están encargados de detectar sustancias químicas. A causa del parentesco entre el sentido del gusto y el del olfato, es difícil decir cuál de ellos se usa en un caso determinado. Es una distinción grosera decir que el olfato se encarga de percibir las sustancias químicas que se encuentran en el aire como vapor, mientras que el gusto reconoce líquidos o sólidos que entran en contacto con los receptores.

Receptores de sustancias químicas parecen existir en todo el cuerpo, y todos tienen algo en común: poseen una fina cutícula y están provistos de una o más células nerviosas bipolares. En la abeja, las del olfato están concentradas en los palpos y en las antenas.

En los insectos, el sentido del olfato interviene en distintas actividades: atracción sexual, reconocimiento del olor de su propia especie, búsqueda de sitios convenientes para poner los huevos y búsqueda de alimentos. Los machos de ciertas mariposas nocturnas son atraídos por el olor de las hembras vírgenes. Algunas de estas especies son capaces de oler a su pareja a una distancia de más de tres kilómetros, y hay insectos, que viven en sociedad, capaces de descubrir a individuos de su propia especie e incluso de su propia colonia. Con frecuencia, una hormiga de la misma especie, pero de otra colonia, intenta invadir el hormiguero vecino. Inmediatamente es reconocida como extraña, a causa de su distinto olor, y la rechazan o la matan. Determinadas hormigas son capaces de seguir el rastro que dejan otras, y así se guían en sus expediciones en busca de alimentos.

En muchos casos, las hembras de los insectos utilizan el olfato para buscar lugares convenientes para poner sus huevos. Algunos parásitos encuentran sus huéspedes de esta misma forma. Los insectos que se alimentan de plantas llegan a ellas atraídos por el olor que exhalan. De este modo, se dirigen algunas mariposas nocturnas hacia flores como las madreselvas. También hay flores que atraen a las moscas por su olor fétido. Estos hechos tienen una gran importancia, pues ayudan a llevar a cabo la polinización. Para las hembras jóvenes del icneumón (himenóptero cuyas larvas parasitan orugas de otros insectos), no es atractivo el olor del pino y vuelan alejándose de él; en cambio, cuando están sexualmente maduras, vuelan hacia él para depositar sus huevos en los insectos huéspedes que ellas "parasitan".

Ofreciéndoles sustancias que nosotros catalogamos como amargas, dulces, saladas o ácidas (agrias), podemos estudiar el sentido del gusto de los insectos. Particularmente, las abejas son aficionadas a sustancias dulces, como ciertos azúcares, pero rechazan algunas por las cuales son atraídas las moscas. Las abejas obreras también encuentran desagradables ciertas sustancias dulces fabricadas por el hombre, como la sacarina. Los receptores del sentido del gusto se encuentran, principalmente, en la boca y en los apéndices bucales, así como en las antenas y en las partes inferiores de las patas de algunos insectos. ¡Literalmente, los insectos pueden gustar con sus patas!

TEMPERATURA Y HUMEDAD

Frecuentemente, en un día caluroso, nos damos cuenta de que hay humedad en el ambiente. También los insectos son sensibles a estas sensaciones de calor y humedad. Es probable que en el piojo humano (Pediculus) los receptores sean haces de pelos especializados, y los de la humedad sean pelos de diversas clases. Actualmente, no sabemos cómo son estimulados estos receptores; si por cambios en las partes flexibles de la cutícula o cuando entran en contacto, directamente, con el vapor de agua.

Muy pocos receptores térmicos se han identificado positivamente. Se sabe que ciertos insectos que se alimentan de sangre (p. ej. mosquitos) buscan a sus presas de sangre caliente percibiendo el calor que emiten sus cuerpos, pero sus receptores siguen sin identificar.

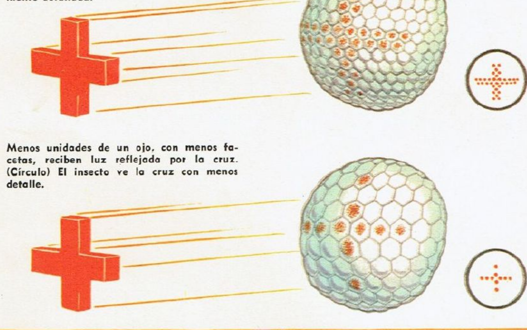
VISTA

La luz visible, para los hombres, está entre los colores rojo y violeta del espectro; pero ciertos insectos no son capaces de ver en el extremo rojo del espectro y, en cambio, pueden ver en el ultravioleta, donde nosotros no percibimos nada. Las abejas son incluso capaces de percibir el plano de vibración de la luz polarizada, lo que les permite orientarse.

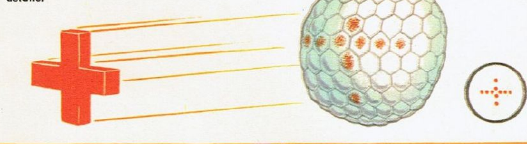
Los insectos responden a la luz de tres maneras: a través de toda la superficie del cuerpo (que parece ser sensible a la luz); por ojos simples, llamados *ocelos*, y por ojos compuestos.

Muchos animales inferiores advierten la luz aun desprovistos de ojos, y en muchos insectos todo el cuerpo es sensible a la luz, aunque tengan ojos. Los ojos simples suelen estar colocados en la cabeza, cerca de los ojos compuestos, generalmente en un grupo de tres. No poseen mecanismo de enfoque. (Muchos insectos no tienen ojos simples.) Probablemente, los ojos simples miden la intensidad de la luz, y, en ciertos insectos, de alguna manera preparan a los ojos compuestos para recibirla, previniendo al insecto.

Los ojos compuestos son los principales órganos de la visión. La parte externa de cada ojo consiste en una serie de unidades, o *facetas*, cuyo número varía de diez a treinta mil, según los insectos. En general, son hexagonales, y forman una especie de panal. Cada faceta, o lente, está situada en la parte superior de un tubo en forma de cono (*omatidio*), al final del cual se encuentran las células receptoras de la luz. Todos los omatidios juntos forman un mosaico de puntos de luz, cada uno de los cuales está en línea con el campo visual de cada omatidio particular. En realidad, cada representación consiste en una serie de puntitos —como en las fotografías de un periódico—. Sin embargo, la figura que ve un insecto no es nítida. Desde luego, los insectos pue-



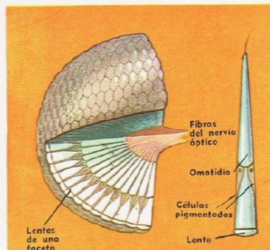
Un esquema que muestra el número de unidades de un ojo compuesto con muchas facetas, que percibe una cruz. (Círculo) La cruz, tal como la ve el insecto, está claramente detallada.



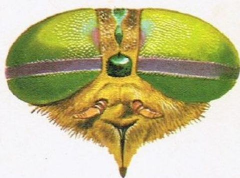
Menos unidades de un ojo, con menos facetas, reciben luz reflejada por la cruz. (Círculo) El insecto ve la cruz con menos detalle.



(Izquierda) Vista lateral y frontal de los órganos auditivos de las patas de un grillo. (Centro) Sección de la pata de un insecto, que muestra las partes sensitivas del órgano auditivo y los tímpanos. (Derecha) Un pelo sensitivo a las vibraciones sonoras, y la célula nerviosa asociada.



Corte del ojo compuesto de un insecto, que muestra la disposición de los omatidios y la conexión con el nervio. Derecha: sección de un omatidio.



Cabeza de tábano, en la que se ven los grandes ojos compuestos, cada uno de los cuales está formado por varias unidades.



Cabeza de una mosca verde que muestra, a ambos lados, los pequeños ojos compuestos, que están formados por pocas unidades.

Los insectos rapaces, como las libélulas o alguaciles, poseen grandes ojos, cada uno compuesto de varias unidades, que les permiten la visión que necesitan para cazar otros insectos al vuelo.



den ver contornos y reconocer figuras; pero sus ojos están diseñados para percibir objetos en movimiento, o los que se cruzan en su dirección de vuelo. Una libélula, por ejemplo, es una especialista en capturar presas al vuelo. En la mayoría de los insectos, los campos visuales de los dos ojos compuestos se superponen, de forma que tienen así una visión estereoscópica parecida a la nuestra.

Ciertos insectos pueden distinguir los colores; esto fue demostrado con los experimentos de Karl von Frisch, profesor de zoología de la Universidad de Munich, divulgados en su obra *Las abejas, su visión, sentidos químicos y lenguaje*. Von Frisch colocaba un plato con azúcar en el cuadro azul de un retículo de colores. Las abejas acudían al plato y allí encontraban su alimento. Cuando quitaba el plato, las abejas continuaban acudiendo al cuadro azul. Para demostrar que realmente veían los colores, y no sólo como diferentes matices del gris, von Frisch colocó varios platos en una superficie ajedrezada, en la que cada cuadro tenía una distinta intensidad de gris, excepto uno, que era azul. Las abejas acudieron al azul, tal como habían aprendido a hacerlo en el primer sitio.

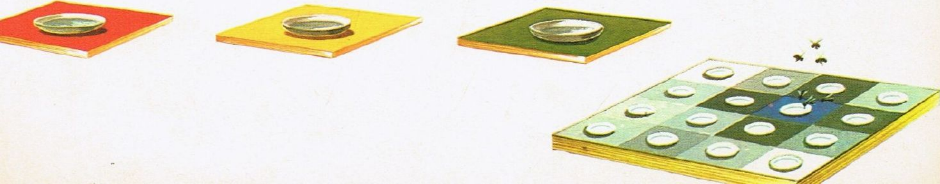
OÍDO

Este sentido no se encuentra igualmente desarrollado en todos los insectos. De hecho, parece que existen insectos sordos. Las zonas de oído de los distintos insectos cubren una banda de frecuencia mucho mayor que la del oído humano.

Los órganos de este sentido son de dos clases: *pelos sensibles* y *tímpanos*. Pocos insectos poseen los segundos. Los pelos sensibles son similares a los táctiles. Cada tímpano consiste en una fina membrana conectada con células sensitivas, que están unidas, a su vez, a fibras nerviosas. Las posiciones de los tímpanos son muy variadas. Los grillos y los saltamontes los tienen en las patas anteriores, pero hay una especie de langostas que los tiene en el primer segmento del abdomen. En otras se hallan situados en el tórax o en el abdomen.

La función del oído en los insectos parece ser la localización del otro sexo, con fines de reproducción. Con ese objeto los grillos y otros insectos chirrían y estridulan. Se ha logrado atraer la hembra de un grillo, apartada de su pareja, a un altavoz, desde el cual se emitían sonidos semejantes a los producidos por los machos jóvenes.

Experimentos sobre la visión de las abejas. Colocando una solución de azúcar en un cuadro azul, Karl von Frisch acostumbró abejas a comer en el color azul. Demostró que poseían una visión de los colores colocando varios platos en un tablero ajedrezado con cuadros de diferentes tonos de gris, entre los que había uno azul. Las abejas acudieron al plato del cuadro azul.



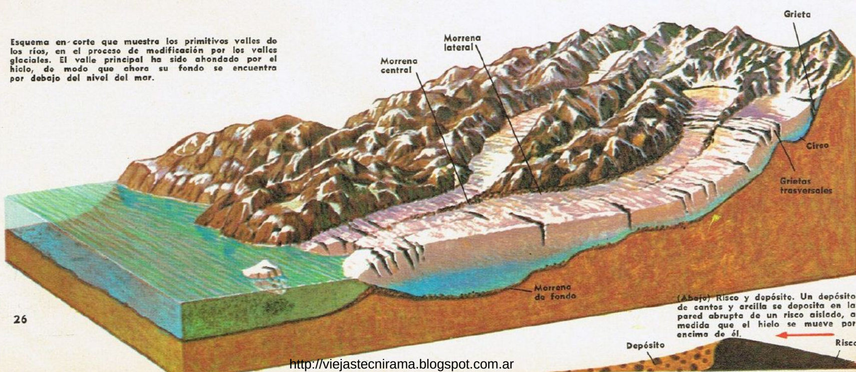
LA LABOR EROSIVA DEL HIELO

Durante la larga historia de la Tierra los climas del mundo han sufrido muchos cambios. Pero pocos pueden compararse con el que tuvo lugar hace menos de un millón de años, cuando las temperaturas descendieron, principalmente en el norte, y la Tierra entró en la Edad Glacial. Como caía cada vez más nieve en invierno y se fundía menos en verano, se formaron grandes masas de hielo que se trasladaban lentamente hacia el sur. Cuando alcanzaron su mayor extensión, vastas zonas de Asia, Europa y América del Norte (más de veinte millones de kilómetros cuadrados, en total) quedaron sepultadas por el hielo. Las exuberantes regiones subtropicales se trasformaron en desiertos helados a medida que las temperaturas árticas dominaban la Tierra y los climas templados retrocedían hacia el Ecuador. Como gigantescas excavadoras las masas de hielo arrancaban la tierra al avanzar y la arrastraban hacia el sur. Arrasaban bosques, aplanaban las cimas de las colinas, ahondaban los valles, trasportaban enormes piedras a lo largo de centenares de kilómetros, desde su lugar de origen hasta lejanos paraderos. La Edad Glacial acabó hace unos diez mil años, pero muchos parajes, en el hemisferio norte, atestiguan todavía que el hielo en movimiento puede esculpir la tierra.

Puede sorprender el hecho de que el hielo erosione una roca mucho más dura que él. El fenómeno se explica observando la gravilla y los cantos que se unen firmemente al hielo, y trasforman un glaciar en movimiento en una lima gigante y flexible, con un poder considerable para desgastar la roca. Pero el hielo también corroe por sí mismo. Un glaciar arranca bloques de roca al deslizarse por las orillas de un valle. La velocidad de un glaciar depende, en gran parte, de la velocidad de su deslizamiento. Por esto, los glaciares de Groenlandia (algunos de los cuales avanzan a la velocidad de veinte metros al día) son varias veces más demoledores que los glaciares de los Alpes, que sólo recorren un metro al día. Una masa de hielo continental que avanza lentamente suaviza el relieve.

Uno de los resultados más característicos de la erosión glaciar es el valle en forma de U, con su fondo plano salpicado de cantos y limitado por márgenes escarpadas. Pero estos valles eran lechos de ríos antes de que la erosión de los glaciares los modificara. Probablemente, los valles más espectacularmente moldeados por el hielo son los fiordos, con sus paredes escarpadas, de rocas desnudas que dominan el agua profunda. Los glaciares erosionaron los fiordos por debajo del nivel del mar porque el hielo, en el seno del agua, mantiene las 9/10 partes de su volumen bajo la línea de flotación. Pero muchos fiordos son inmediatamente profundos cerca de su desembocadura, donde una barrera de rocas o escollos, frecuentemente cubierta de materiales arrastrados, ha elevado el valle casi hasta el nivel del mar. Este *umbral* es debido a una disminución en el espesor del hielo cerca de la desembocadura del glaciar.

Muchos valles glaciales tienen cascadas, que caen por sus márgenes desde valles tributarios situados a un nivel superior. Estos *valles colgados*, que originan algunas de las cascadas más importantes del mundo, son debidos probablemente al hecho de que el tamaño es un factor significativo en la posibilidad de un glaciar de erosionar el suelo. El glaciar que ocupó el valle principal fue mucho mayor que sus afluentes y tuvo, por tanto, mayor fuerza destructora. Por esto, al fundir el hielo, el fondo de los valles tributarios quedó a un nivel más elevado que el del valle principal. La diferencia de alturas entre ambos valles depende de la diferencia de tamaño de los glaciares que discurrieron a través de ellos. Pero la explicación completa de los valles colgados no puede ser tan sencilla. Se ha sugerido que la diferencia de niveles podía ser debida, en parte, al hecho de que los valles tributarios contenían glaciares cuando el del valle principal había fundido ya. Como la corriente de agua es un agente de erosión más potente que el hielo, el valle principal por el que corriese un río habría sufrido una erosión más profunda que los valles tributarios en los que se encontraban glaciares. Esto, probablemente, es parcialmente cierto.

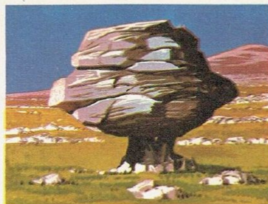


Esquema en corte que muestra los primitivos valles de los ríos, en el proceso de modificación por los valles glaciales. El valle principal ha sido ahondado por el hielo, de modo que ahora su fondo se encuentra por debajo del nivel del mar.

(Abajo) Risco y depósito. Un depósito de cantos y arcilla se deposita en la pared abrupta de un risco aislado, a medida que el hielo se mueve por encima de él.



Extremos alargados y adelgazados de colinas indican la dirección del deslizamiento del hielo.



Rocas "erráticas". A veces quedan en una posición inestable: "mesas glaciares".



Un valle glacial que muestra el contorno en U y las rocas escarpadas.

ya que los valles tributarios que están orientados de espaldas al Sol (es decir, aquellos que pueden conservar los glaciares durante más tiempo) se encuentran a veces a una altura mayor que los que se hallan en el lado opuesto del valle principal.

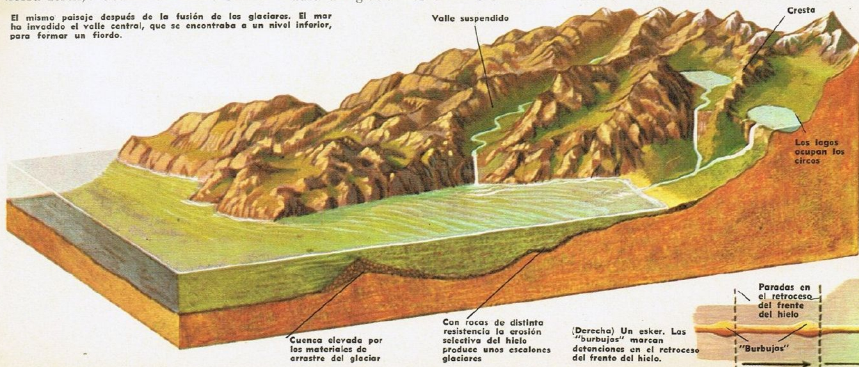
Otra señal que deja la erosión glaciar es el *circo*. Éste es una profunda cavidad en una región montañosa y se encuentra, frecuentemente, en las alturas heladas. Muchos sirven de lecho a pequeños lagos, excepto cuando se encuentran en el origen del valle de un glaciar. Los circos tienen tendencia a seguir desgastando la ladera de la montaña, a medida que sus paredes "estallan" por la acción del hielo y son "desplumadas" por la nieve en movimiento. A veces ocurre que dos circos llegan a aproximarse tanto que sólo quedan separados por una estrecha pared rocosa, que se conoce con el nombre de *cresta*. Si hay circos alrededor de la montaña, ésta tiene una cima piramidal.

La glaciación no es sólo un proceso destructivo, sino que el material arrastrado desde un lugar puede ser depositado en otro, cuando funde el hielo. Las llanuras inglesas y las del Norte de Europa están revestidas por una arcilla pedregosa arrancada de lugares como Escandinavia (que aún hoy día carece de tierra fértil). Ocurre un hecho similar en América del Norte, donde el material arrancado en el Canadá proporciona ahora una tierra fértil en la parte central de Estados Unidos. La *arcilla pedregosa*, o *tillita*, es una mezcla de aluviones de todas clases, que van desde el fino *polvillo de roca* hasta grandes rocas que pueden pesar muchas toneladas. Pero los dos tipos principales son: tillita básica (que es rica en arcilla) y la tillita superglaciar (que es más pedregosa). La mayoría de la arcilla fue arrastrada por el agua producida al fundirse el hielo. A veces, esta arcilla pedregosa está moldeada por las corrientes de agua en forma de montículos que semejan dorsos de ballena y que, generalmente, tienen menos de dos kilómetros de longitud y, raramente, más de 60 metros de altura. Cuando se encuentran agrupados, forman lo que se denomina, adecuadamente, topografía en "cesta de huevos".

La acumulación de restos de rocas trasportados y depositados por los glaciares recibe el nombre de *morrenas* o *morenas*. La arcilla pedregosa depositada en el fondo de un glaciar forma la *morrena de fondo*. Las *morrenas laterales* resultan de los fragmentos de roca que caen a los lados del glaciar y, cuando dos glaciares se encuentran, las morrenas laterales se unen para formar la *morrena central*. Luego, en la desembocadura del glaciar los detritos se acumulan para formar una *morrena terminal*. si el frente helado permanece estacionario durante un tiempo suficiente. Muchos de los lagos que existen en el mundo se han formado por la acción de las morrenas, que han actuado como presas naturales.

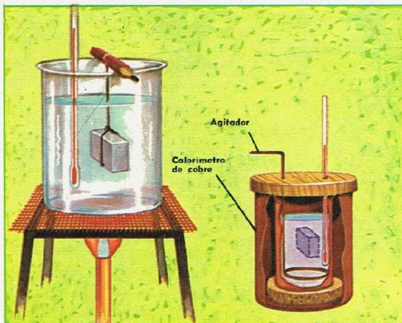
El agua de deshielo de un glaciar, o de una masa de hielo, juega su propio papel en la erosión y en el depósito de materiales. Los *eskers* son largas y tortuosas lomas de arena y grava, que corren más o menos en la misma dirección del hielo. El material está depositado por el agua que se encuentra encerrada en un estrecho canal debajo del hielo. A veces los eskers tienen la forma de burbujas; estas burbujas marcan la desembocadura de la corriente subglaciar durante los períodos de inmovilidad, cuando la velocidad a la que avanza el glaciar, o la masa de hielo, está compensada exactamente por la velocidad a la que funde el hielo. Los conos de todos muestran que la corriente subglaciar abandona su estrecho canal bajo el hielo. Una brusca disminución de la velocidad, al surgir el agua sobre la tierra, motiva el abandono del material trasportado. La acción erosiva del agua de fusión puede ser considerable cuando el desagüe normal queda obturado por el hielo y debe formarse un nuevo canal de evacuación.

El mismo paisaje después de la fusión de los glaciares. El mar ha invadido el valle central, que se encontraba a un nivel inferior, para formar un fiordo.



(Derecha) Un esker. Las "burbujas" marcan detenciones en el retroceso del frente del hielo.

MEDIDA DEL



Medida del calor específico del aluminio, por el método de las mezclas. El aluminio se calienta en agua hirviendo, y luego se sumerge en el agua fría del calorímetro. El calor ganado por el agua fría y el calorímetro puede calcularse, y es igual a Q, el calor cedido por la masa m de aluminio. El calor específico s del aluminio puede deducirse de la ecuación $Q = m \times s \times t$.

MEDIDA DEL CALOR ESPECÍFICO DE UN SÓLIDO

Este experimento ofrece un ejemplo del llamado "método de las mezclas". Está basado en el hecho de que el calor que pierde un cuerpo caliente lo gana un cuerpo más frío. El experimento será correcto si se toman las precauciones necesarias para que no haya pérdidas de calor fuera del aparato. La parte principal del aparato es el "calorímetro", un recipiente de cobre con paredes de poco grosor (el cobre tiene un bajo calor específico y, por lo tanto, una pequeña capacidad para absorber calor) que debe estar muy bien pulido, para evitar las pérdidas de calor por radiación. El calorímetro se coloca sobre un soporte de corcho (un mal conductor del calor), en el interior de un recipiente mayor, que sirve de protección contra los cambios en la temperatura exterior. Normalmente, el calorímetro se cierra con una tapadera que lleva un termómetro, esencial para todos los experimentos de medidas de calor. A través de la tapadera pasa también una varilla de cobre, con la que puede removerse el contenido del calorímetro.

Supongamos que queremos calcular el calor específico del aluminio por el método de las mezclas. Se pesa la muestra de aluminio, así como el calorímetro vacío con su agitador. Luego se llena el calorímetro con agua hasta la mitad, y se pesa de nuevo, para calcular la masa de agua que contiene, por la diferencia entre las dos pesadas. El aluminio se calienta, sumergiéndolo en un vaso con agua en ebullición. La temperatura del agua hirviendo será la temperatura inicial del aluminio. Mientras se calienta el aluminio, se mide la temperatura del agua fría en el calorímetro. Luego, el aluminio caliente se trasfiere muy rápidamente al calorímetro (procurando no llevar agua caliente con él). El agua del calorímetro se agita, para igualar la temperatura del agua, y se anota la temperatura más alta que alcance el termómetro.

Antes de averiguar el calor específico (s) del aluminio, hay que realizar las siguientes medidas. Con ellas, y el calor específico del cobre y del agua, que son factores conocidos, no necesitamos más datos.

Masa del aluminio = 10 gr.

Masa del calorímetro vacío = 50 gr.

Masa del agua en el calorímetro = 80 gr.

Temperatura inicial del aluminio = 99,5° C.

Temperatura inicial del calorímetro = 17,5° C.

Temperatura final del aluminio y del calorímetro = 19,5° C.

Calor específico del cobre = 0,09 cal./gr./° C.

Calor específico del agua = 1 cal./gr./° C.

Utilizando estos datos, se hacen los siguientes cálculos:

Disminución de temperatura de los 10 gr. de aluminio = 99,5 — 19,5 = 80° C.

Por tanto, el calor perdido por el aluminio es $Q = m \times s \times t = 10 \times s \times 80 = 800 \times s$ calorías.

Elevación de temperatura del calorímetro de cobre = 19,5 — 17,5 = 2° C.

Por lo tanto, la cantidad de calor Q ganada por el calorímetro es:
$Q = m \times s \times t = 50 \times 0{,}09 \times 2 = 9$ calorías.

Como la elevación de temperatura del agua del calorímetro es también 19,5 — 17,5 = 2° C., la cantidad de calor ganada por 80 gr. de agua es $Q = m \times s \times t = 80 \times 1 \times 2 = 160$ calorías.

Así, la cantidad total de calor ganada por el agua y el calorímetro es de 160 + 9 = 169 calorías.

Ahora bien, las $800 \times s$ calorías perdidas por el aluminio son iguales a las 169 que ganan el agua y el calorímetro. Luego $800 \times s = 169$.
Dividiendo ambos miembros de la ecuación por 800, tenemos: Calor específico del aluminio $s = 169 \div 800 = 0{,}21$ cal./gr./° C.

Ya que el calor es una forma de la energía, se podría esperar que las cantidades de calor se midieran en unidades de energía, como ergios o julios. Sin embargo, la unidad de calor se tuvo que definir antes de que se estableciera la relación entre el calor y las otras formas de la energía. Por lo tanto, el hecho de que las cantidades de calor se expresen, usualmente, en calorías, y en British Thermal Units (unidades térmicas inglesas), se explica, sobre todo, por razones históricas. Generalmente, los científicos usan la caloría y, en los países de habla inglesa, la B.t.u. En relación con los gases de combustión, se utiliza también otra unidad, que vale 100.000 B.t.u.

s = calor específico de la sustancia (cal/gr./° C.)

t = cambio de temperatura de la sustancia (° C.)

m = masa de la sustancia (gr.)

Q = cantidad de calor perdida o ganada por la sustancia (calorías)

$Q = m \times s \times t$

La caloría se define como la cantidad de calor necesaria para elevar un grado centígrado la temperatura de un gramo de agua. (Para ser verdaderamente precisos, es la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura del agua desde 14,5° C. hasta 15,5° C.) De modo similar, la unidad térmica británica se define como la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de una libra de agua en un grado Fahrenheit.

¿Cuánto calor se necesita para elevar la temperatura de 1.000 gr. de agua desde el punto de fusión del hielo (0° C.) hasta la temperatura de ebullición (100° C.)? Para elevar la temperatura de un gramo de agua en 1° C., se necesita una caloría. Para elevar en un grado de temperatura de 1.000 gr. de agua, se necesitan 1.000 calorías. Por lo tanto, para elevar en 100° C. la temperatura de 1.000 gr. de agua se necesitan $100 \times 1.000 = 100.000$ calorías.

¿Cuánto calor se necesita para elevar la temperatura de 2,2 libras de agua desde el punto de fusión (32° F.) hasta el de ebullición (212° F.)? Para elevar la temperatura de una libra de agua en 1° F se necesita una B.t.u. Para elevar la temperatura de 2,2 libras de agua en 1° F., se necesitan 2,2 B.t.u. Por lo tanto, para elevar la temperatura de 2,2 libras de agua en 180° F. (es decir de 32° F. a 212° F.) se necesitan $2{,}2 \times 180 = 396$ B.t.u.

En cierto modo, es anormal que 1.000 gr. de agua necesiten 100.000 calorías (una cantidad enorme de calor) para elevar su temperatura en 100° C. (un incremento no particularmente importante). Si se aplica la misma cantidad de calor a 1.000 gr. de cobre, la tem-

La **CAPACIDAD CALORIFICA** de un objeto es la cantidad de calor necesaria para elevar en un grado su temperatura. Se mide en calorías por ° C. La capacidad calorífica de un objeto es igual a su masa, multiplicada por su calor específico. El equivalente en agua de un objeto es la masa que tiene la misma capacidad calorífica que el objeto. Se mide en gramos. El equivalente en agua de un objeto es igual a la masa del objeto, multiplicada por su calor específico.
Por ejemplo, una caldera de cobre, que tiene un peso de 500 gr. (calor específico 0,09 cal./gr./° C.). Su "capacidad calorífica" es $500 \times 0{,}09 = 45$ cal./° C. Su "equivalente en agua" es $500 \times 0{,}09 = 45$ gr.
Cuando se llevan a cabo cálculos en los que se estudian mezclas de materiales (por ejemplo, un metal en agua, en el interior de un calorímetro de un metal distinto), es útil averiguar los equivalentes en agua de todos estos componentes. Los cálculos pueden efectuarse luego sin tener en cuenta la masa, ni el calor específico de cada componente.

CALOR

peratura del cobre se eleva a 1.000° C. (siempre que no haya pérdidas de calor). El incremento de temperatura que se produce al aplicar una cierta cantidad de calor varía de una sustancia a otra, y la cantidad de calor necesaria para producir un incremento dado de temperatura varía también de una sustancia a otra. La cantidad de calor (en calorías) que eleva la temperatura de 1 gr. de una sustancia en 1° C. recibe el nombre de *calor específico* de la sustancia. Si utilizamos el sistema británico de unidades, la definición de calor específico es la cantidad de calor (en B.t.u.) que eleva la temperatura de una libra de una sustancia determinada, en 1° F. Las dos definiciones dan el mismo resultado numérico, aunque las unidades sean distintas. Por ejemplo, se demuestra experimentalmente que el calor específico del hielo es de 0,5 calorías por gramo y grado centígrado (cal/gr./° C.), o de 0,5 B.t.u. por libra y grado Fahrenheit (B.t.u./lb/° F.). Esto significa que media (0,5) caloría elevará la temperatura de 1 gr. de hielo en 1° C.; o media B.t.u. elevará la temperatura de una libra de hielo en 1° F. Por tanto, 1 gr. de hielo *cederá* media caloría, al *descender* su temperatura en 1° C.

Es bastante sencillo comprobar cambios de temperatura, ya que se pueden medir con la ayuda de un termómetro. Pero no se pueden medir directamente las cantidades de calor. Afortunadamente, existe una relación sencilla entre los cambios de temperatura y la cantidad de calor que los origina. Si representamos la *variación* de temperatura por el símbolo t, la masa de una sustancia por el símbolo m, su calor específico por el símbolo s, y la cantidad de calor que origina la variación de temperatura por el símbolo Q, entonces la relación entre calor y temperatura se representa con la ecuación $Q = m \times s \times t$.

Esta ecuación se deduce de la definición de calor específico. Por definición, s calorías elevan la temperatura de 1 gr. de una sustancia en 1° C. Luego, $m \times s$ calorías elevarán la temperatura de m gr. de sustancia en 1° C., y $m \times s \times t$ calorías elevarán la temperatura de m. gr. de sustancia en t° C.

¿Qué cantidad de calor se necesita para elevar la temperatura de 50 gr. de cobre desde 18° C. hasta 98° C.? (El calor específico del cobre es de 0,09 cal./gr./° C.) La masa $m = 50$ gr., el calor específico $s = 0{,}09 = 9:100$ cal./gr./° C., la variación de temperatura es $t = 98 - 18 = 80°$ C. La cantidad de calor es $Q = m \times s \times t = 50 \times 9:100 \times 80 = 360$ calorías.

De la definición de caloría (cantidad de calor que se necesita para elevar la temperatura de 1 g. de agua en 1° C.), se deduce que el calor específico del agua es de 1,00 cal./gr.° C. Éste es el mayor calor específico de todas las sustancias ordinarias. Es, por ejemplo, unas 5 veces mayor que el calor específico de la arena. Para producir el mismo aumento de temperatura, el agua absorbe una cantidad de calor 5 veces mayor que una masa igual de arena. Esto explica por qué el mar tarda más en calentarse, durante el día, que una playa de arena; y por qué la arena de la playa se enfría más rápidamente al llegar la noche.

TABLA DE CALORES ESPECÍFICOS (Cal./gr./° C.)

Aluminio	0,21	Arena	aprox. 0,20
Cobre	0,09	Hielo	0,50
Hierro	0,11	Agua pura	1,00
Plomo	0,03	Agua de mar	0,94
Mercurio	0,03	Alcohol etílico	0,55
Plata	0,06	Glicerina	0,58
Latón	0,09	Trementina	0,42
Vidrio	0,16	—	—



Medida del calor específico de un líquido por el método del enfriamiento. El tiempo que tarda el líquido en enfriarse (por ejemplo, de 51° C. a 49° C.), se compara con el tiempo que tarda el agua en enfriarse en el mismo intervalo de temperaturas. Como el área del calorímetro, y las condiciones en que se encuentre, influyen en la velocidad de enfriamiento, es preferible usar el mismo calorímetro en ambos experimentos.

MEDIDA DEL CALOR ESPECÍFICO DE UN LÍQUIDO

Este experimento es un ejemplo típico del llamado "método de enfriamiento". Está basado en el hecho de que las cantidades de calor perdidas "por segundo", por objetos calientes que tienen la misma temperatura, son iguales, a condición de que tengan igual superficie de enfriamiento.

Se pesa un calorímetro vacío, con su agitador. Se llena parcialmente con un volumen conocido de agua caliente. Se coloca un termómetro en el calorímetro, a través de un corcho. El tiempo que tarde el agua en enfriarse, por ejemplo, de 51° C. a 49° C., se mide con un cronómetro. Cuando se ha enfriado el calorímetro se pesa de nuevo, para averiguar la masa de agua que contiene.

Luego se repite el experimento con un volumen igual del líquido cuyo calor específico se quiere medir, en lugar del agua. Se mide el tiempo que tarda en enfriarse, desde los 51° C. hasta los 49° C. Antes de averiguar el calor específico del líquido, se hacen las siguientes medidas. Éstas, junto con los calores específicos del agua y del cobre, que son factores conocidos, son suficientes para efectuar el cálculo.

Masa del calorímetro vacío = 50 gr.

Masa del agua = 80 gr.

Masa del líquido = 70 gr.

Tiempo empleado por el agua para pasar de 51° C. a 49° C. = 169 seg.

Tiempo empleado por el líquido para pasar de 51° C. a 49° C. = 93 seg.

Calor específico del cobre = 0,09 cal./gr./° C.

Calor específico del agua = 1,00 cal./gr./° C.

Con estos datos, se hacen los siguientes cálculos:

Cantidad de calor perdida por el calorímetro, $Q = m \times s \times t = 50 \times 0{,}09 \times 2 = 9$ cal. (Es la misma en las dos partes del experimento.)

EXPERIMENTO CON AGUA

Cantidad de calor perdido por 80 gr. de agua al enfriarse de 51° C. a 49° C., $Q = m \times s \times t = 80 \times 1 \times 2 = 160$ calorías.

Así, el calor total perdido en el experimento con agua es de $9 + 160 = 169$ calorías.

Esta pérdida ha tenido lugar en 169 segundos: por lo tanto, la pérdida de calor es de 1 caloría por segundo.

EXPERIMENTO CON UN LÍQUIDO DESCONOCIDO

Cantidad de calor perdido por los 70 gr. de líquido, al enfriarse de 51° C. a 49° C. (si llamamos s al calor específico del líquido) $= 70 \times s \times 2 = 140 \times s$ calorías.

Como el calor perdido por el calorímetro es de 9 calorías, la pérdida total, del líquido y el calorímetro, es de $140 \times s + 9$ calorías.

Como esta pérdida ha tenido lugar en 93 segundos. es de $140 \times s + 9 : 93$ calorías, por segundo.

Como las condiciones (área de la superficie del calorímetro, temperatura ambiente, etc.) son idénticas en los dos experimentos, las dos pérdidas de calor deben ser iguales.

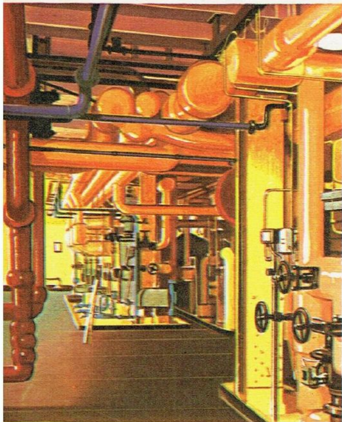
Entonces, $140 \times s + 9 \div 93 = 1$ caloría por segundo.

Al multiplicar por 93 ambos miembros: $140 \times s + 9 = 93$.

Restando 9 en ambos miembros: $140 \times s = 93 - 9 = 84$.

Dividiendo por 140: $s = 84 \div 140 = 0{,}6$ cal./gr./° C. = calor específico del líquido.

FABRICACIÓN DEL POLIESTIRENO



Vista parcial de una fábrica donde se realiza la polimerización del monómero.

Este material plástico se sintetiza a partir de dos materias primas —etileno y benceno—, que se obtienen fácilmente en las refinerías de petróleo y en las fábricas de gas, respectivamente. El estireno, *monómero* (molécula sencilla) del que se obtienen las moléculas de poliestireno, se conoce desde hace unos 125 años. Fue un farmacéutico alemán, llamado Simón, el primero que identificó el estireno, y observó que, si se almacenaba durante unos cuantos meses, se solidificaba. En realidad, el sólido formado era poliestireno, y la facilidad con que las moléculas de estireno se polimerizaban (se unían para formar moléculas gigantes) impidió durante cerca de 100 años su utilización como plástico.

Sin embargo, hacia 1937, se ideó un método satisfactorio para controlar el mecanismo de polimerización, y, desde entonces, la producción de poliestireno ha crecido a pasos agigantados. El desarrollo del radar, antes y durante la segunda guerra mundial, estuvo muy ligado al poliestireno como material aislante. Su desarrollo comercial fue muy rápido en los años de la posguerra y, actualmente, el poliestireno es un material plástico muy utilizado. Como resiste las temperaturas bajas, se utiliza en los revestimientos y accesorios (bandejas y cajones) para refrigeradores. También se utiliza el poliestireno en embalajes y en la fabricación de un gran número de artículos domésticos.

PREPARACIÓN DEL MONÓMERO ESTIRENO

Como ya se ha indicado, el etileno necesario para la síntesis del estireno se obtiene como un valioso subproducto que queda después de refinar el petróleo (el etileno y los hidrocarburos relacionados con él están formados por *craqueo* de la fracción del petróleo que se ha obtenido por destilación en el primer paso del refinado). Esta fracción se mezcla con vapor y se pasa rápidamente por tuberías calentadas a unos 750°C. Los productos gaseosos que incluyen hidrógeno, metano, etileno, etano, propileno, propano e hidrocarburos superiores, se separan por destilación fraccionada a bajas temperaturas y otras técnicas. El rendimiento en etileno varía entre el 15 % y el 25 % del petróleo.

El benceno para la síntesis se obtiene de la fracción de aceites ligeros en la destilación del alquitrán de hulla y es un subproducto en la fabricación del coque y del gas del alumbrado.

La formación del monómero estireno es una reacción en dos fases. En la primera fase el etileno y el benceno toman parte en una reacción de adición (para producir etilbenceno) que tiene lugar en presencia de cloruro de aluminio, que actúa como catalizador. El benceno se pasa luego sobre óxido de cinc, o sobre óxidos de otros metales calentados a unos 600° C. De este modo la cadena etílica, unida al anillo bencénico, se deshidrogena y se produce estireno.

POLIMERIZACIÓN DEL ESTIRENO

Los métodos utilizados para llevar a cabo la polimerización del monómero estireno son bastante delicados. Para que el polímero rinda un servicio satisfactorio, es esencial que tenga un gran número de unidades ($C_6H_5C_2H_3$) en cada cadena de las moléculas de poliestireno. Se utilizan varios procedimientos para conseguir este resultado.

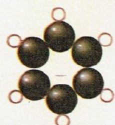
En el método de polimerización térmica se mantiene el monómero a una temperatura cuidadosamente controlada, en un intervalo de 80° C a 220° C, según las propiedades particulares que debe tener el producto. Aunque la reacción se puede producir sin catalizador, se ha comprobado que la adición de trazas de peróxido de benzoilo, y de compuestos similares, acelera la polimerización. La reacción desprende una gran cantidad de calor (es exotérmica) y es necesario eliminarlo de modo satisfactorio.

Se puede controlar mejor el proceso de polimerización con otros métodos más costosos, con los que se consigue una mayor uniformidad en el tamaño de las moléculas gigantes. La polimerización puede llevarse a cabo en solución, o con el estireno en suspensión o en emulsión. La elección del método depende, sobre todo, del uso a que está destinado el producto final.

Después de la polimerización se saca el poliestireno del reactor, y las fibras del-

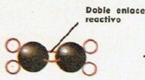
FORMACIÓN DE POLIESTIRENO

Esferas negras = átomos de carbón
Esferas blancas = átomos de hidrógeno



Benceno (C_6H_6)

+



Etileno (C_2H_4)

→



Etilbenceno ($C_6H_5 . CH_2 . CH_3$)



Etilbenceno ($C_6H_5 . CH_2 . CH_3$)

gadas se enfrían y se endurecen pasándolas por agua. Las hebras sólidas se cortan luego en forma de gránulos de tamaño uniforme.

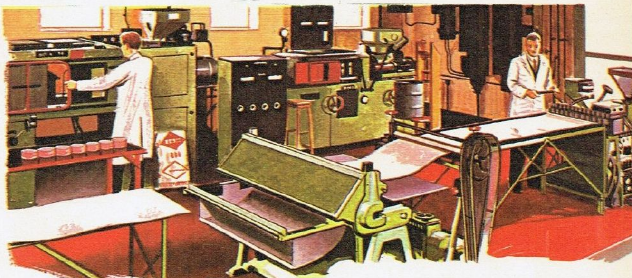
PROCESOS Y UTILIZACIÓN

Normalmente, el poliestireno es un plástico trasparente y quebradizo del tipo termoplástico (es decir, que puede reblandecerse y moldearse varias veces, sin perder sus propiedades). Tiene una resistencia eléctrica elevada y un comportamiento satisfactorio a bajas temperaturas. El poliestireno se fabrica en una amplia gradación de atractivos colores, para que armonice en sus distintas aplicaciones.

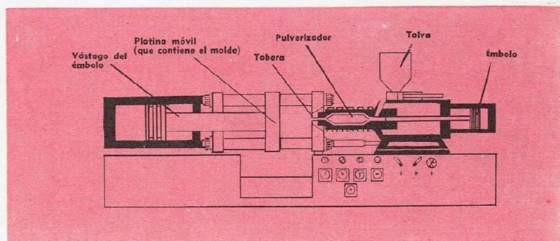
Hay cuatro procedimientos para fabricar artículos de poliestireno con los gránulos de plástico obtenidos en la planta de polimerización. En cualquier caso, los gránulos se calientan hasta que el poliestireno está lo suficientemente fluido. Se puede forzar dentro del molde por *inyección* y *técnicas de soplado*, o bien por *extrusión* en una matriz; también se puede pasar entre rodillos para extenderse en una plancha fina, a la que posteriormente se le da forma en unos *aparatos de vacío*.

Para empaquetar comestibles y otros artículos se utilizan actualmente grandes cantidades de poliestireno, tanto en láminas delgadas como en envases semirrígidos. El empleo del poliestireno en los refrigeradores y en los aparatos eléctricos ya ha sido mencionado. A la apariencia agradable del plástico se unen sus propiedades físicas que lo hacen apto para cualquier uso. También se utiliza el poliestireno en la fabricación de juguetes y de material fotográfico.

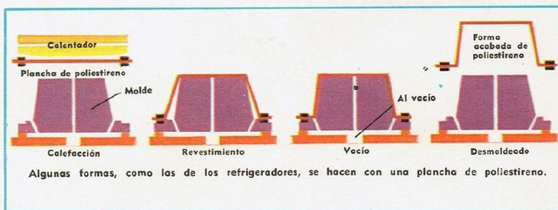
Recientemente se ha desarrollado la producción de *poliestireno expandido*. Se trata de una espuma de plástico de muy baja densidad (1 m³ pesa entre 10 y 25 kilos), con las células individuales llenas de aire y unidas entre sí por el poliestireno. Como el aire es un mal conductor del calor, este material es un excelente aislante térmico. Se puede utilizar también para el embalaje y trasporte de artículos frágiles, y va sustituyendo gradualmente en este uso a la paja, al serrín, etc.



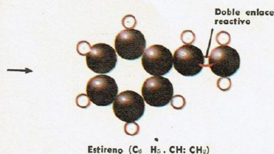
Se deben hacer ensayos con los distintos tipos de poliestireno para determinar sus cualidades en las diferentes aplicaciones. Aquí se lamina una plancha de poliestireno, en un aparato experimental, a pequeña escala.



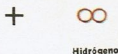
Recipientes en forma variada se hacen en moldeado por inyección; se reblandecen gránulos de polímero por el calor y se introducen a presión en el interior de los moldes.



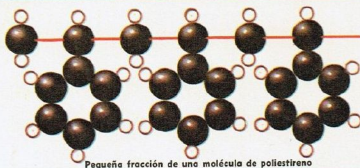
Algunas formas, como las de los refrigeradores, se hacen con una plancha de poliestireno.



Estireno ($C_6H_5 . CH: CH_2$)



Hidrógeno

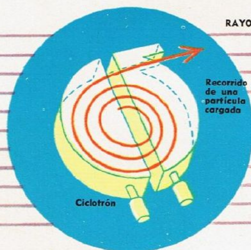


Pequeña fracción de una molécula de poliestireno

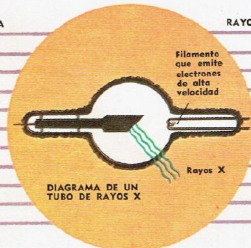
EL ESPECTRO

En apariencia, son diferentes los rayos X y las ondas de radio. Ambos parecen ser completamente diferentes de los rayos gamma (γ), tan penetrantes que han sido detectados después de atravesar espesores de plomo de 20 cm. Tampoco parece existir una relación entre la luz visible y los rayos ultravioleta. Sin embargo, todos estos fenómenos son de características similares: ondas electromagnéticas que se propagan en línea recta, sin ser desviadas por campos magnéticos. Las ondas se propagan en el vacío, con una velocidad de 30.000.000.000 de cm/seg. Esta cifra puede escribirse así: 3×10^{10} cm/seg. La única diferencia entre las radiaciones anteriores es que tienen longitudes de onda distintas.

Haciendo pasar la luz blanca ordinaria por un trozo de vidrio triangular (prisma), se descompone en una gama de colores, ordenados según sus longitudes de onda. Esta gama de colores se conoce con el nombre de *espectro visible*.



Los rayos gamma se producen en reacciones que pueden iniciarse por las partículas de un ciclotrón.



Placa o escudo de metal bombardeado por electrones de gran velocidad, para producir rayos X.



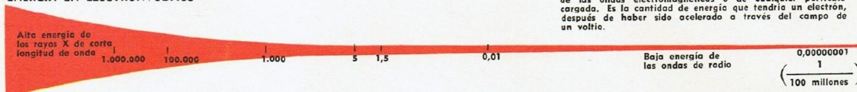
Radiación ultravioleta, emitida por un tubo de descarga, produciendo fluorescencia.

LONGITUDES DE ONDA EN ANGSTRÖMS (Å).



ENERGÍA EN ELECTRONVOLTIOS

Un electronvoltio es una unidad para expresar la energía de las ondas electromagnéticas o de cualquier partícula cargada. Es la cantidad de energía que tendría un electrón, después de haber sido acelerado a través del campo de un voltio.



Siendo las vibraciones electromagnéticas tan cortas, no es conveniente expresar su longitud de onda en centímetros, y, en su lugar, se usa el Ångström (Å). Un Ångström es la cienmillonésima parte de un centímetro, es decir: $\frac{1}{100.000.000}$ ó 10^{-8} cm.

La luz tiene longitudes de onda comprendidas entre 3.800 Å (violeta) y 7.600 Å (rojo). Los demás colores tienen longitudes de onda comprendida entre estos dos valores. Pero los colores visibles no constituyen todo el espectro. Más allá del extremo violeta se encuentran la región ultravioleta, los rayos X y los rayos gamma, que no se manifiestan al descomponer la luz solar. Las ondas de radio se sitúan más allá del extremo rojo del espectro. Los rayos ultravioleta pueden tener una longitud de onda comprendida entre 3.900 Å y 136 Å. Los rayos ultravioleta más cortos son similares a los rayos X; sólo se diferencian en la manera de producirse. Los rayos X comprenden una zona de longitudes de onda entre 1.020 y 0,06 Å, y los rayos gamma (γ) son todavía más cortos (1,4 a 0,01 Å). Por tanto, los rayos X, ultravioleta y gamma tienen longitudes de onda más cortas que el espectro visible; en cambio, los infrarrojos y las ondas de radio son de mayor longitud de onda, pues los infrarrojos tienen una longitud entre 7.700 Å y 4.000.000 Å (4×10^{6} Å), y las ondas de radio de $2,2 \times 10^{6}$ a 10^{15} Å (10.000.000 ó 10^{7} cm). Las ondas de radio suelen medirse en metros, y se dice, por ejemplo, onda media de 208 metros, onda larga de 1.500 metros, etc.

Los rayos gamma, como todas las radiaciones electromagnéticas, se producen por acciones en el interior de los átomos. Tienen energías altas y no es sorprendente que se produzcan en algunas reacciones nucleares. *Cuando un elemento radiactivo se trasforma en otro*, ocurren cambios en el núcleo del átomo; por ejemplo, si se bombardea carbono con protones (iones hidrógeno), un protón puede introducirse en el núcleo, y se forma un nuevo átomo más pesado, un isótopo del nitrógeno. Sin embargo, la masa del nuevo átomo es ligeramente inferior a la suma de los pesos del átomo de carbono y del protón que se ha tomado; parece que se ha perdido masa. Ésta se ha convertido en energía, que aparece en forma de radiación gamma. También se produce radiación gamma en la descomposición del radio, por lo que éste es útil en el tratamiento del cáncer. Los rayos gamma pueden detectarse por medio del *efecto fotoeléctrico*. Cuando se dirigen sobre una placa de metal en el vacío, la placa emite electrones, que pueden recogerse y pasarse a un circuito, como si se tratase de una corriente eléctrica. Esto no es particular de la radiación gamma. También los rayos X, ultravioleta, infrarrojo y la luz visible producen, en determinadas condiciones, este efecto. El fotómetro para cámaras fotográficas utiliza este principio.

LA CÉLULA FOTOELÉCTRICA

Esta célula es una aplicación del efecto fotoeléctrico. Los metales alcalinos presentan el efecto fotoeléctrico cuando los alcanza la luz visible; por esto se utilizan en las células fotoeléctricas.

Una célula fotoeléctrica consiste en una ampolla de vidrio que contiene una capa de un metal alcalino en el vacío. Además, se dispone una rejilla metálica que se une al positivo de una pila; el metal se une al negativo.

La célula tiene aplicación en multitud de usos diarios; por ejemplo, aparatos de alarma, encendido automático, etc., y el ya citado del fotómetro para cámaras fotográficas.

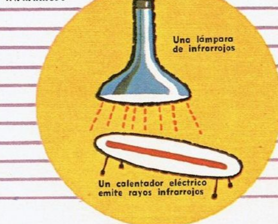
El fundamento de su uso en los aparatos de alarma es el siguiente: la radiación infrarroja es invisible; pero puede reflejarse en espejos al igual que la luz ordinaria. Si un rayo infrarrojo recorre un camino determinado e incide sobre una célula fotoeléctrica, la célula acusará su paso; pero si, por una causa cualquiera, el rayo infrarrojo es inte-

REGIÓN VISIBLE



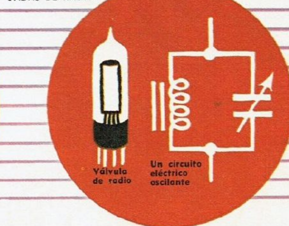
Luz visible, producida por lámparas de incandescencia y por arcos voltaicos.

INFRARROJO

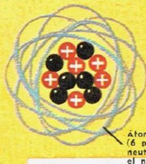


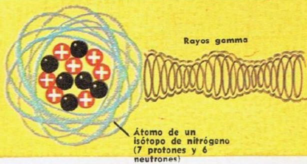
Radiación infrarroja producida por una lámpara de infrarrojos y un calentador eléctrico.

ONDAS DE RADIO

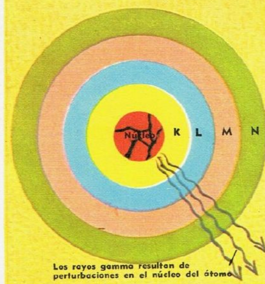


Las ondas electromagnéticas se producen por corrientes oscilantes en circuitos eléctricos.





Reacciones en las que interviene el núcleo atómico producen, a veces, rayos gamma. Esto sucede cuando se bombardean átomos de carbono con protones.



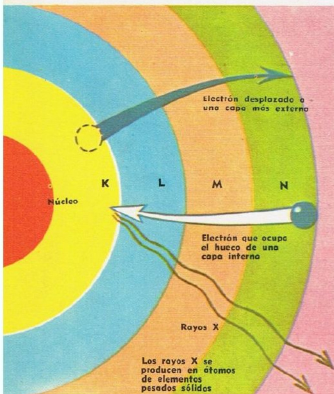
rrumpido en su camino, el circuito de la célula lo acusa y puede accionar una serie de mecanismos de alarma, timbres, etcétera.

LOS RAYOS X

En 1895 un profesor de una universidad alemana trabajaba sobre los rayos catódicos que eran emitidos por el cátodo de un tubo de descarga. Frente al cátodo de dicho tubo colocó una superficie para detener la irradiación, y observó que de la superficie interpuesta partía una nueva irradiación, que denominó X porque ignoraba su naturaleza. El hombre que de aquella manera cambiaba la marcha futura de tantos campos de la ciencia, y cuyo descubrimiento iba a ser imprescindible en la medicina, se llamaba Guillermo Conrado von Röentgen y era profesor de física en Würzburg. Recibió el premio Nóbel en 1901 como recompensa a su labor científica.

Los rayos X se dividen en dos grupos: duros y blandos. Los duros son peligrosos para el organismo, porque tienen altas energías. Se usan en el tratamiento del cáncer. Los blandos, con energías menores, se emplean en fotografía. Los rayos X se producen cuando electrones con alta velocidad inciden sobre un metal. Que sean duros o blandos depende de la presión del gas que hay en el tubo. Si es pequeña, se necesita un alto voltaje para que el tubo funcione. Los electrones que bombardean en estas condiciones son de gran velocidad: los rayos X producidos son duros. Presiones de gas altas en el tubo originan rayos X blandos.

El núcleo de átomo bombardeado no toma parte en la producción de los rayos X: solamente los electrones circundantes. La capa más próxima al núcleo se conoce como capa K. La capa L es la siguiente. A continuación vienen las M y N. Cuando un electrón incidente provoca la salida de un electrón de la capa K más interna, éste salta a otra capa más externa y otro electrón exterior ocupa su lugar en la capa K. Como en este estado necesita menos energía, desprende el exceso en forma de rayos X duros. Cuando el electrón incidente tiene poca energía para expulsar otro de la capa K, expulsa uno de la capa L. Un electrón exterior que viene a ocupar el lugar de éste deja menos energía libre y, así, los rayos X producidos son blandos.



Producción de rayos X penetrantes (se producen rayos X blandos expulsando electrones de la capa L). Los rayos X se producen, en general, bombardeando elementos sólidos más pesados.

PROPIEDADES DE LOS RAYOS X

Los rayos X son invisibles, pero excitan la fluorescencia de algunos cuerpos, como el vidrio. Como pantallas, se utilizan ciertas sales de calcio y de bario.

Los campos magnéticos y eléctricos no tienen acción sobre ellos, lo que demuestra que no son partículas, como los catódicos y rayos positivos. Presentan también la propiedad de producir la ionización de los gases.

Pero la aplicación más usual es la de atravesar los cuerpos sin desviarse; de aquí su utilización en medicina. Como se ha visto que el espesor atravesado es inversamente proporcional al peso atómico del obstáculo, se utiliza el plomo para detenerlos. Si se expone la piel sin precauciones a una radiación de este tipo, se producen ulceraciones graves.

Al igual que la luz, los rayos X son reflejados por espejos. Pueden usarse cristales de diferente naturaleza, en vez de vidrio, para desviarlos y descomponerlos en sus distintas longitudes de onda. Ennegrecen una placa fotográfica, presentan el efecto fotoeléctrico y un efecto calorífico sobre los objetos que encuentran a su paso.

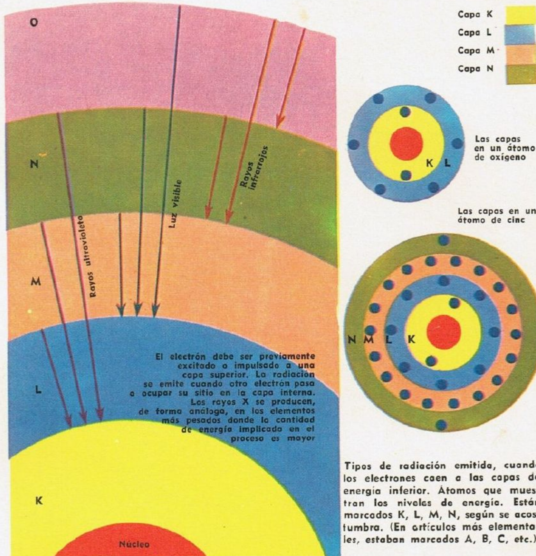


Las ondas de radio se producen por vibraciones de electrones y núcleos en un campo magnético o eléctrico.

RAYOS ULTRAVIOLETA

Las lámparas de rayos ultravioleta son mucho mejor conocidas. A causa de alguna luz invisible mezclada con ella, la radiación presenta color violeta. Cuando incide sobre un diente, o sobre una

uña, los hace fluorescentes, puesto que absorben los rayos ultravioleta y emiten luz visible. En el alumbrado fluorescente, los rayos ultravioleta excitan un polvo fluorescente en el interior del tubo y se emite luz blanca. Los rayos ultravioleta se usan como germicidas y en el control de bacterias en los alimentos. Se producen por medio de una descarga eléctrica a través de un tubo que contiene gas, por ejemplo, vapor de mercurio a baja presión. La radiación ultravioleta tiene menor energía y mayor longitud de onda que los rayos X o los rayos gamma. La descarga eléctrica excita los átomos y proporciona a los electrones de la capa K suficiente energía para saltar a una capa más externa; pero éstos vuelven rápidamente a la capa K y, al hacerlo, emiten parte de su energía como radiación ultravioleta. La radiación ultravioleta ennegrece una placa fotográfica y presenta un efecto fotoeléctrico.



Tipos de radiación emitida, cuando los electrones caen a las capas de energía inferior. Átomos que muestran los niveles de energía. Están marcados K, L, M, N, según se acostumbra. (En artículos más elementales, estaban marcados A, B, C, etc.).

LUZ VISIBLE

La luz visible, desde el violeta de más energía al rojo menos enérgico, se emite por descargas eléctricas y por sustancias a altas temperaturas. De nuevo los átomos son excitados (en este caso, por el calor). Los electrones saltan de la capa M y vuelven a caer emitiendo luz. Si éstos sólo se desplazan una capa, la energía emitida es pequeña (extremo rojo del espectro). Si el desplazamiento ha sido mayor, la luz emitida está en el extremo violeta del espectro. El ojo humano es un buen detector de los rayos luminosos. Éstos impresionan una placa fotográfica y presentan un efecto calorífico.

ESTUDIO DE LOS ESPECTROS

Decíamos al principio del artículo que si se hacía pasar luz blanca ordinaria a través de un prisma se descomponía en una gama de colores denominada espectro. El primero en descomponer la luz de esta forma fue Newton. Para el estudio de los espectros se construyen los espectroscopios, que en esencia constan de un prisma y de un anteojo para observar el espectro. Con el uso de este aparato se ha conseguido una serie de resultados, sobre todo en la caracterización de sustancias. El espectroscopio fue diseñado por Kirchhoff en 1859, y al año siguiente otro alemán, Bunsen, descubría, con la ayuda del citado aparato, el rubidio y el cesio.

Los espectros pueden ser de dos tipos: de emisión y de absorción. El primero es originado por los cuerpos incandescentes. Para poner una sustancia incandescente lo más sencillo es colocarla en la llama de un mechero de Bunsen (mechero de gas, usual en todos los laboratorios) o en un arco eléctrico. Si se trata de gases, se recurre a los tubos de descarga. Cuando la sustancia está incandescente se observa la radiación emitida, que es característica en cada cuerpo o sustancia. Los sólidos y líquidos emiten un espectro continuo; los gases presentan, en cambio, un espectro de rayas. Se debe esto a la diferencia en su producción; en el primer caso, los átomos no pueden vibrar libremente; en el segundo, sí.

Los espectros de absorción se producen cuando la luz llega al espectroscopio, después de haber atravesado un cuerpo. De esta manera se puede observar un espectro de bandas oscuras que corresponde a la radiación absorbida por el cuerpo en cuestión.

Este método de investigación, que hemos expuesto brevemente, se denomina *análisis espectral*.

RADIACIÓN INFRARROJA

Los rayos infrarrojos son similares a los luminosos, sólo que escapan a nuestra vista. Son producidos por electrones que saltan de las capas M y N. Se les detecta por su efecto calorífico, aunque los cercanos al espectro visible pueden ser fotografiados. Aunque no son visibles, las placas fotográficas son sensibles a estos rayos.

ONDAS DE RADIO

Las ondas de radio son emitidas por oscilaciones de circuitos eléctricos y se detectan por el proceso inverso de hacer resonar un circuito eléctrico oscilante en fase con ellas. También pueden detectarse por su efecto calorífico. En un circuito oscilante, la carga se refuerza en un condensador y luego se descarga en los arrollamientos de una bobina. Las ondas electromagnéticas de radio se emiten cuando la corriente pasa a través de la bobina, produciendo energía electromagnética en el núcleo. La carga y descarga alternativa del condensador da origen a las ondas de radio.

Estas ondas fueron descubiertas por el alemán Hertz, que realizó sus experimentos en 1888. En su honor, se llaman también ondas hertzianas. Corresponde al italiano Marconi el mérito de emplearlas por primera vez en las radiocomunicaciones.

MENDEL Y LA GENÉTICA

Un problema biológico de gran importancia consiste en explicar por qué se parecen los individuos de una misma genealogía. El parecido se debe a una serie de caracteres, que pueden ser morfológicos (forma, tamaño, color), fisiológicos (dos lombrices anatómicamente idénticas pueden diferenciarse por infectar, una al hombre, y otra al cerdo; el suero de una especie animal produce, al ser inyectado en un animal de distinta especie, unos anticuerpos que son característicos, etc.) o químicos (cada variedad de pino segrega una resina de distinta composición; la leche de diferentes animales también presenta variaciones en su composición química, etc.). La pregunta que nos formulamos es: ¿Cómo se trasmiten estos caracteres de una generación a otra?

Para resolver este problema se ha utilizado el método llamado de la *hibridación*. Si cruzamos ratones blancos de una raza pura, obtendremos siempre ratones blancos. En cambio, si cruzamos un ratón blanco de raza pura con un ratón gris de raza pura, obtendremos híbridos en los que podemos observar de generación en generación la trasmisión de los caracteres raciales.

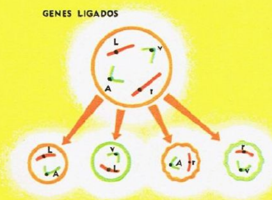
Para conseguir los híbridos se cruzan reproductores que pertenecen a una *raza pura* (si se cruzan dentro de la misma raza producen una descendencia de individuos idénticos entre sí e idénticos a sus padres durante un número indefinido de generaciones).

El cruzamiento se debe efectuar de la siguiente manera:

En el caso de las plantas fanerógamas se realiza la *polinización artificial*. Se cortan los estambres de una flor de una de las especies y se rodea esta flor con una gasa, para evitar que la fecunde el polen procedente de otra flor. Cuando el pistilo está maduro, se retira la gasa y se deposita sobre los estigmas, con un pincel, un poco de polen tomado de una flor de la otra variedad.

En el caso de los animales, basta con aislar las jóvenes hembras de una raza

EL PAPEL DE LOS CROMOSOMAS



Cuando los genes que determinan el color y la forma de las semillas están en distintos cromosomas, la generación F_1 puede producir cuatro tipos de gametos.



Si los genes se encuentran en el mismo cromosoma (genes ligados), sólo se forman dos tipos de gametos, de modo que las semillas lisas serán todas amarillas, y las verdes erán rugosas.



pura y, cuando llegan a la madurez sexual, se aparean con machos pertenecientes a una raza igualmente pura.

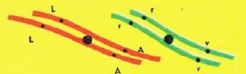
El método de la hibridación fue utilizado por primera vez con éxito por un monje checoslovaco, Gregorio Mendel, profesor de ciencias en una escuela de Brno, en Moravia. Anteriormente tuvieron lugar unos ensayos infructuosos, porque operaron con plantas de especies distintas, lo que dio lugar a resultados de una gran complejidad. El acierto de Mendel consistió en cruzar variedades de una misma especie, que sólo se diferenciaban en unos pocos caracteres. Los principios que descubrió Mendel son válidos actualmente y forman la base de la *genética*, que tiene una aplicación práctica en la producción de especies nuevas de animales y plantas.

Mendel hizo experimentos con guisantes que cultivaba en el jardín de su monasterio. Dentro de una especie observó que había plantas grandes y plantas pequeñas; algunas tenían semillas lisas, mientras que las de otras eran rugosas. Estos caracteres eran definidos y manifiestos, y Mendel decidió estudiarlos individualmente. En el caso de los guisantes, las flores se autopolinizan en condiciones normales, por lo que no es de temer la contaminación de polen extraño. Mendel seleccionó plantas con caracteres opuestos (por ejemplo, grandes y pequeñas) y las cultivó por separado, hasta que llegó al convencimiento de que se trataba de especies puras. Entonces trasfirió polen de las plantas grandes a las flores de las pequeñas y viceversa. En los dos casos la nueva generación de plantas (primera *generación filial*, o F_1) estaba enteramente compuesta por plantas grandes. El carácter pequeño de uno de los padres quedaba reprimido, y Mendel supuso que el carácter grande era producido por algún "factor" en las células que son dominantes con respecto al factor pequeño (se dice que el factor pequeño es *recesivo*). Mendel observó también que, en algunos casos, la generación F_1

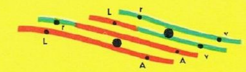
La validez de las leyes de Mendel sólo se confirmó hacia 1900 (16 años después de la muerte de Mendel). Varios botánicos obtuvieron resultados similares con experimentos de hibridación de plantas. Sin embargo, aunque las leyes de Mendel quedaron confirmadas, en un gran número de casos aparecieron excepciones. En aquel momento, la técnica del microscopio hizo grandes progresos y, estudiando la división de las células, se descubrieron los cromosomas. Éstos tienen una estructura filiforme y se encuentran presentes en el núcleo de las células. Cada célula tiene un número fijo de cromosomas, y cada cromosoma puede aparearse con otro semejante. Las células del cuerpo humano contienen 23 pares; las células de una mata de guisantes, 7 pares. En los cromosomas pueden residir los factores de Mendel, y de hecho se ha demostrado experimentalmente. Los factores que llamamos "genes" son unas nucleoproteínas muy complicadas. Un cambio químico de poca importancia puede trasformar el factor grande en pequeño al modificar una nucleoproteína. Cada gene se encuentra en un punto determinado de un cromosoma. En cada célula tenemos dos cromosomas apareados y, por tanto, dos genes para controlar un carácter. Si se trata de dos factores pequeños, o de dos grandes, el carácter es homozigótico (puro); si los factores son distintos, el carácter será heterozigótico (impuro). Al formarse las células sexuales, los cromosomas sufren un fenómeno llamado "miosis", que se ha descrito ya en el tomo IV, pág. 240. Durante la miosis, los pares de cromosomas se separan; a cada una de las células sexuales (gametos) corresponde uno de los cromosomas del par. Esto es, exactamente, lo que estableció Mendel en su Segunda Ley: sólo uno de los factores de un determinado par puede encontrarse en un gameto. Son iguales todos los gametos de un individuo homozigótico; pero los de un individuo heterozigótico son de los dos tipos, en número igual.

Mendel tuvo la suerte de elegir caracteres como la forma y el color de las semillas, que se encontraban localizados en distintos cromosomas. Con "genes" ligados (es decir, que se encuentran en el mismo cromosoma) los resultados hubieran sido distintos. Al obtener, únicamente, semillas lisas y amarillas, o rugosas y verdes, porque LA y rv no se hubieran separado, Mendel no hubiese podido establecer su Tercera Ley. Esto ocurre con muchos caracteres, debido al enorme número de genes que hay en cada cromosoma. Los genes ligados son la causa de una excepción importante a la tercera Ley de Mendel. Los genes ligados pueden, sin embargo, separarse y esto ocurre con cierta frecuencia en el llamado entrecruzamiento. Este fenómeno consiste en la ruptura de dos cromosomas (durante la miosis), que se vuelven a unir por distinto sitio.

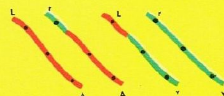
Como se observa en la figura, cuanto más separados están dos genes en un cromosoma, más probabilidades hay de que se separen por entrecruzamiento. Haciendo un estudio estadístico de la frecuencia con que se separan dos genes, que normalmente se encuentran en un mismo cromosoma, se diseña un "mapa genético" de un cromosoma determinado. El entrecruzamiento es un importante origen de la variación en los seres vivos.



Si "L" y "A" (y "r" y "v") están ligados normalmente, al separarse los cromosomas aparecerán juntos.



Si los cromosomas se rompen y se vuelven a unir, "L" y "A" y "r" y "v" pueden separarse cuando los cromosomas se dividen para producir gametos.



Cuando se cruzan plantas de semillas lisas amarillas y rugosas verdes, la generación F_1 tiene los cuatro tipos de gametos, que se combinan de todas las maneras posibles, produciendo la relación 9 : 3 : 3 : 1 que se describe en el texto.

presentaba caracteres *intermedios* entre los de los dos progenitores. En todos los casos se cumplía lo que se conoce con el nombre de *Primera Ley de Mendel: cuando se cruzan dos variedades puras de una misma especie, la generación híbrida resultante (F_1) es uniforme; es decir, todos sus individuos son iguales.*

Además, es indiferente la forma en que se produce el cruzamiento; o sea, se obtiene el mismo resultado, independientemente de que una de las variedades sea utilizada como madre o como padre.

Veamos ahora cómo son los hijos de los monohíbridos de la primera generación.

Volvamos al caso de las plantas de guisantes. Mendel dejó que germinaran naturalmente (es decir, por autopolinización) las plantas de la generación F_1 (que eran grandes), y observó que nacían tres veces más plantas grandes que pequeñas. Naturalmente, el factor pequeño se encontraba presente en las plantas F_1, y pasó por el polen, o por el óvulo, a una parte de su descendencia: *la segunda generación filial*, o F_2.

La relación constante 3:1 en la generación F_2 estimuló el sentido matemático de Mendel, que enunció lo que actualmente se conoce con el nombre de *Segunda Ley de Mendel*. Sugirió que los factores grande y pequeño se separaban durante la formación de células sexuales (gametos), de modo que la mitad de los gametos llevaba el factor grande y la otra mitad el factor pequeño.

La *Segunda Ley de Mendel* establece que *sólo uno de los dos caracteres opuestos puede encontrarse como factor en una célula sexual determinada; es decir, en un grano de polen o en un óvulo.*

Si aceptamos esto, podemos ver ahora cómo se establece la relación 3:1. Llamamos G al factor grande y g al factor pequeño. Si se cruzan especies puras (como hizo Mendel), las plantas grandes originales tienen gametos en el único factor G y las pequeñas sólo tienen el g.

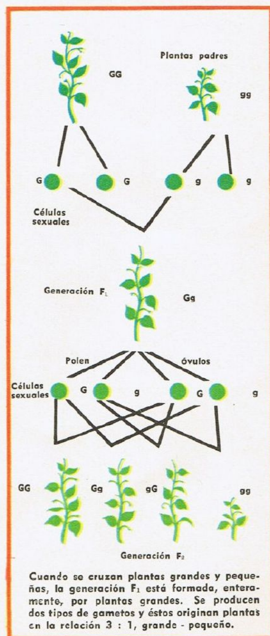
Al unirse los gametos en la generación F_1 surge la combinación Gg. Como G es dominante, todas las plantas son grandes. De acuerdo con la segunda Ley de Mendel, cuando estas plantas producen polen y óvulos, hay un número igual de gametos G y g. Cualquier grano de polen puede unirse a cualquier óvulo; por lo tanto, existen cuatro combinaciones posibles para la generación F_2, como se ve en el diagrama. Tres de estas combinaciones contienen el factor G y, por lo tanto, las plantas correspondientes son grandes, mientras el 25% restante corresponde a plantas pequeñas. Dos tercios de las plantas grandes contienen el factor pequeño, y por esto al autofecundarse producen la relación grande - pequeño, 3 : 1. El resto de las plantas grandes de F_2 son especies puras, como lo son todas las pequeñas; tienen únicamente un tipo de factor y se llaman *homozigóticas*. Las plantas no puras (es decir, que tienen dos factores distintos) se llaman *heterozigóticas*.

Para distinguir los individuos homozigóticos dominantes de los heterozigóticos, se recurre al llamado *retrocruzamiento* con individuos homozigóticos de la raza pura recesiva. Si el individuo es homozigótico (GG), el carácter recesivo no aparece en la generación hija. En cambio, si es heterozigótico (Gg), el carácter recesivo aparece en la mitad de los hijos.

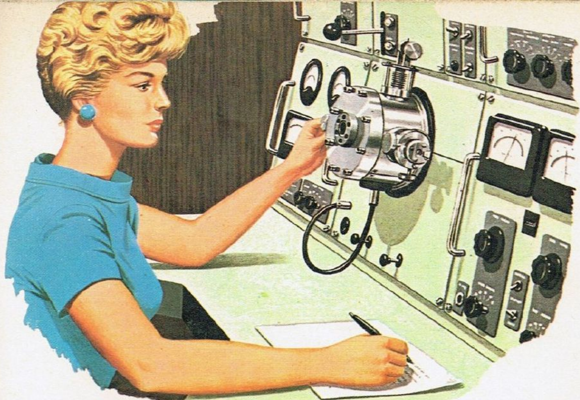
Los resultados que hemos visto en el caso de los guisantes aparecen de modo similar en cualquier otra pareja de caracteres opuestos.

Mendel, posteriormente, experimentó con guisantes que diferían en dos caracteres. Eligió dos tipos de plantas: uno con semillas lisas y amarillas (LA) y otro con semillas rugosas y verdes (rv), y los polinizó en forma cruzada. Las plantas de la generación resultante, F_1, tenían todas semillas lisas y amarillas, lo que nos demuestra que el factor semillas lisas es dominante sobre el de semillas rugosas y que el amarillo domina sobre el verde. Cuando las plantas de la generación F_2 produjeron semillas, mostraron las cuatro combinaciones de caracteres posibles. Las proporciones fueron, aproximadamente, 9 lisa y amarilla, 3 lisa y verde, 3 rugosa y amarilla, 1 rugosa y verde. Basándose en estos resultados, Mendel pudo enunciar su Tercera Ley: el factor para *cada uno de los elementos de un par de caracteres opuestos puede combinarse con cualquiera de los elementos de otro par, cuando se forman las células sexuales.* En efecto, las plantas de la generación F_1 deben ser LArv y pueden producir los gametos LA, Lv, rA, rv. Lr y Av no pueden producirse porque, según la Segunda Ley de Mendel, un gameto sólo puede llevar uno de dos factores opuestos. Cada grano de polen puede combinarse con cualquier óvulo, y podemos ver en la tabla adjunta cómo se explican las proporciones 9 : 3 : 3 : 1 partiendo de estas bases. En cualquier combinación en que se encuentren L y A aparecen semillas lisas y amarillas, ya que estos dos factores son dominantes. Si falta L, son rugosas; y si falta A, son verdes.

Los resultados de los trabajos de Mendel fueron comunicados a la Sociedad de Ciencias Naturales de Brno en 1865, pero no llamaron la atención de ningún especialista de la época. Hacia 1900, varios biólogos (Correns, en Alemania; De Vries, en Holanda; Tschermak, en Austria) redescubrieron de modo independiente las leyes de la hibridación en las plantas. Entonces, los descubrimientos de Mendel surgieron del olvido y desde aquella fecha se conocen las leyes que rigen la trasmisión de caracteres con el nombre de *leyes de Mendel*.



Cuando se cruzan plantas grandes y pequeñas, la generación F_1 está formada, enteramente, por plantas grandes. Se producen dos tipos de gametos y éstos originan plantas en la relación 3 : 1, grande - pequeño.



El espectrógrafo de masa se emplea en la industria como instrumento analítico, para detectar minúsculas cantidades de impurezas en determinados sustancias.

EL ESPECTRÓGRAFO DE MASA

Los átomos de un elemento puro, como por ejemplo el carbono, pueden existir en más de una forma. Se ha observado que la mayoría de los átomos de carbono que se encuentran en la naturaleza son 12 veces más pesados que el átomo de hidrógeno y que existen otros que son 13 veces más pesados. Esto es debido a que el núcleo del átomo pesado contiene 6 protones y 7 neutrones, y el del ligero 6 protones y 6 neutrones. Estos dos *isótopos* del carbono se comportan en cualquier experimento químico de idéntica forma, y no hay ningún *método químico* que permita su separación. Sin embargo, sus propiedades físicas se diferencian y esto se aprovecha para su separación.

En 1912 el físico inglés J. J. Thomson realizó un experimento usando gas neón. Sus resultados le hicieron sospechar que podían coexistir en el gas varias formas del mismo. Esto ocurría antes de conocerse la existencia de los isótopos, y J. J. Thomson no fue capaz de explicar sus resultados; pero de sus trabajos nació el espectrógrafo de masa. El espectrógrafo de masa es el instrumento usado para determinar la existencia de isótopos, sus pesos atómicos y la presencia relativa de dos o más isótopos en un elemento.

EL EXPERIMENTO DE J. J. THOMSON

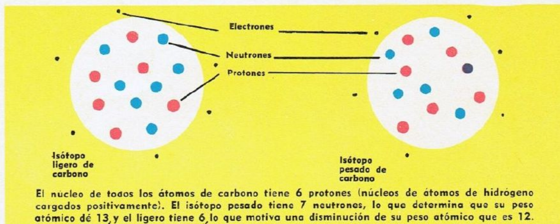
Si tenemos un gas inerte (por ejemplo, neón) en una ampolla de vidrio a baja presión y aplicamos un fuerte campo eléctrico entre los electrodos de la ampolla, algunos electrones son lanzados de los átomos de gas y atraídos hacia el electrodo positivo (ánodo). Al mismo tiempo, los átomos que han perdido un electrón (iones positivos) son atraídos por el electrodo negativo (cátodo), debido a su carga positiva.

Si el cátodo tiene un agujero en su centro y se fija un tubo de vidrio (en el que se ha practicado el vacío) en el otro extremo del cátodo, algunos de los iones positivos rápidos que llegan al cátodo pasarán a través del hueco y alcanzarán el tubo.

La ampolla conteniendo el gas a baja presión se llama *fuente iónica*, y los iones positivos que se desplazan a lo largo del tubo se denominan *rayos positivos*.

Colocando una placa fotográfica en el extremo del tubo más alejado del cátodo, y enfrente de éste, se ve que los rayos positivos oscurecen la zona central de la placa. Si se aplica un campo magnético y otro eléctrico a través del tubo, en dirección perpendicular a los rayos, éstos serán desviados por la acción de los citados campos. El campo eléctrico los desviará horizontalmente y el magnético los desviará verticalmente.

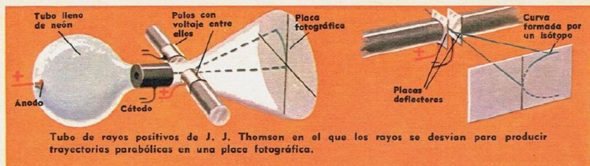
La amplitud de la desviación que experimenta un ion en su trayectoria recta hasta la placa fotográfica, depende de su peso y de su velocidad. Debido a la acción de los campos eléctrico y magnético, todos los iones que tienen el mismo peso y carga llegan a la placa y se depositan en ella siguiendo una línea continua. Iones de distinto peso, pero de igual carga, caen en distintas líneas. Ca-



El núcleo de todos los átomos de carbono tiene 6 protones (núcleos de átomos de hidrógeno cargados positivamente). El isótopo pesado tiene 7 neutrones, lo que determina que su peso atómico dé 13, y el ligero tiene 6, lo que motiva una disminución de su peso atómico que es 12.



El físico inglés J. J. Thomson (1856-1940) descubrió el electrón, y fue el primero que llevó a cabo estudios acerca de los rayos positivos.



Tubo de rayos positivos de J. J. Thomson en el que los rayos se desvían para producir trayectorias parabólicas en una placa fotográfica.

da línea forma parte de una curva llamada *parábola*.

El experimento de J. J. Thomson fue el primer intento de *análisis de rayos positivos*. Encontró que, en el análisis del neón, aparecían dos rayas; pero fue incapaz de explicar la causa de su presencia. Sólo cuando F. Seddy sugirió la existencia de los isótopos se pudo tener una idea clara

El perfeccionamiento de la técnica del análisis por rayos positivos fue paralelo al desarrollo del *espectrógrafo de masa*. F. W. Aston, en 1919, fue el primero en separar e identificar isótopos.

En el moderno espectrógrafo de masa sólo se permite pasar a la cámara principal del instrumento los iones que se desplazan con una cierta velocidad. El selector de velocidad consta de dos electrodos, conectados a una batería, que tienden a llevar los iones positivos hacia el electrodo negativo, y de un campo magnético, con los polos del imán por encima y por debajo del haz de iones, que tiende a llevar los iones positivos en dirección opuesta. De esta manera los iones que se mueven lentamente se dirigen hacia el polo negativo, y los iones que se desplazan rápidamente se dirigen hacia la placa positiva. Sólo los iones tienen una cierta velocidad continua en línea recta y pasan a través de la abertura de entrada a la cámara principal del espectrógrafo.

Los rayos positivos que alcanzan la cámara principal se desvían por la acción del fuerte campo magnético producido por los polos situados encima y debajo de la cámara, y recorren un camino semicircular antes de llegar a la placa fotográfica. Por tanto, estos iones tienen todos la misma velocidad y los rayos de sus trayectorias dependen únicamente de sus pesos. Si se trabaja con iones de distintos pesos, las líneas aparecen separadas en la placa. Se ha demostrado matemáticamente que la separación de las líneas en la placa es proporcional a la diferencia de pesos de los iones, de tal forma que las distancias entre líneas indican diferencias de pesos. Este espectrógrafo de masa nos proporciona, de hecho, un método para determinar pesos atómicos.

Además, el grado de ennegrecimiento (densidad) de la línea en la placa depende del número de iones que alcanzan la placa y caen en esa línea. Así se puede determinar la abundancia relativa de isótopos en una muestra dada, con sólo medir las densidades de las líneas obtenidas.

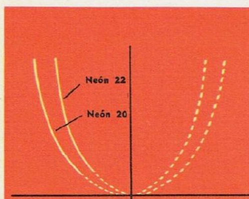
Usando el moderno espectrógrafo de masa, somos capaces de explicar la presencia de dos rayas que aparecen cuando se analiza el neón. Fueron observadas por primera vez por J. J. Thomson hace más de 50 años. Son debidas estas rayas a la presencia de los isótopos de masas 20 y 22 (es decir, átomos de pesos 20 y 22 veces mayores que el átomo de hidrógeno). También somos capaces de detectar la presencia del isótopo de masa 21, que se encuentra en el gas, en la proporción de uno a cuatrocientos. Para medir las masas de isótopos desconocidos, hay que "calibrar" primero el aparato con isótopos conocidos, de forma que las líneas del nuevo isótopo puedan compararse con las conocidas.

De una forma análoga, el espectrógrafo puede emplearse para analizar todos los elementos de la naturaleza, el peso atómico de sus isótopos y su abundancia relativa.

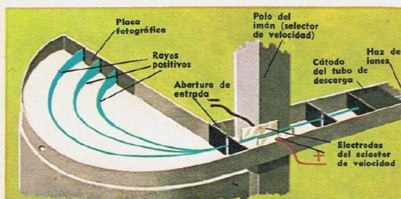
SEPARACIÓN DE ISÓTOPOS

A veces es necesario separar los isótopos de un elemento. Esto puede lograrse con distintas técnicas, que ya se han explicado. La técnica del espectrógrafo puede usarse para realizar esta operación. Se reemplaza la placa fotográfica por unas celdillas refrigeradas con agua, en los sitios donde los rayos positivos alcanzan la placa. Cada celdilla contiene átomos de un isótopo del elemento.

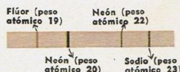
Usando esta técnica se recogen sólo muy pequeñas cantidades de material, del orden de fracciones de gramo; esta cantidad puede ser, hoy día, suficiente, ya que hay máquinas que trabajan a microescala. Se las conoce con el nombre de separadoras de isótopos.



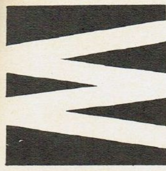
Los dos isótopos más abundantes del neón producen curvas distintas en el experimento de J. J. Thomson.



Moderno espectrógrafo de masa. Sólo iones de una determinada velocidad entran en la cámara deflectora, donde se desvían en distintas trayectorias curvas, según sus masas.



Una imagen típica obtenida con el espectrógrafo. Obsérvese la separación entre las líneas 19 y 20, igual a la existente entre las 22 y 23.



NUEVAS REALIDADES, NUEVOS TÉRMINOS

LOS SÓLIDOS TAMBIÉN REACCIONAN

Normalmente, las reacciones químicas se verifican en solución (en la mayoría de los casos en solución acuosa), porque en estas condiciones las partículas de los reactivos se encuentran aisladas, es mayor su número por unidad de volumen y, en consecuencia, aumenta la posibilidad de que choquen y reaccionen.

Por el contrario, cuando las sustancias se encuentran en estado sólido, es muy difícil que reaccionen; en realidad, se verifica la reacción, pero de forma tan lenta que resulta inapreciable.

A partir del año 1943 se introdujo en ingeniería química una nueva operación básica, la **fluidización**, mediante la cual se puede conseguir fácilmente la reacción entre sólido y gas. En los tiempos actuales esta técnica se ha desarrollado extraordinariamente y, en el proceso de la tostación de piritas, por ejemplo, ha sido una verdadera revolución. Para dar una idea de lo que esto supone, baste saber que la importancia industrial de un país se mide en términos de su consumo de ácido sulfúrico, y el primer paso para la fabricación de este producto es la obtención de SO_2 por tostación de las piritas.

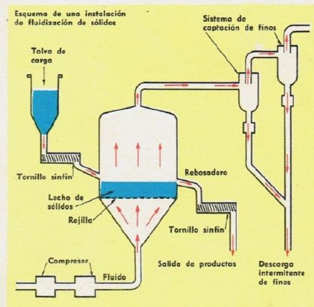
Para realizar un sistema fluidizado se dispone un cilindro vertical, cuya parte inferior tiene una rejilla o parrilla. Se carga el cilindro, con el sólido finamente pulverizado, y se insufla aire, gas, etc. (es decir, el fluido reaccionante) por la rejilla, hacia arriba. Si la velocidad del fluido es pequeña, el gas se introduce por los espacios intergranulares, sin experimentar más alteración que la pérdida de carga (depresión) correspondiente; pero cuando la velocidad del gas aumenta, llega un momento en que las partículas dejan de estar en contacto entre sí, se individualizan y aparecen flotando en la corriente del fluido. En estas condiciones, la capa superior de sólidos alcanza un nivel fluctuante, pero estadísticamente definido, y se comporta de forma análoga a un líquido: por ejemplo, puede rebosar por una descarga o vertedero.

Por todo lo anterior, se pueden comprender las tres características de los lechos fluidizados, que son la base de su aplicación químico-técnica:

1º) El gran desarrollo superficial del sólido y, por tanto, del área de interacción sólido-fluido (posibilidad de reacción)

2º) El alto grado de turbulencia.

3º) La posibilidad de efectuar el contacto en forma continua, por la facultad de fluir que tienen las capas o lechos fluidizados.





CORREO DE LECTORES

Comunique sus dudas u objeciones a **TECNIRAMA**, a la dirección del distribuidor en su país. No olvide indicarnos cuáles son los temas de lectura que prefiere.

PARA QUÉ SE UTILIZA LA PANTOMICINA

G. N. G. Pantomicina es el nombre comercial de un antibiótico, el estearato de eritromicina Abbott.
La eritromicina es un antibiótico de amplio espectro, que se produce durante el desarrollo de un hongo, el **Streptomyces erythreus.**
Muchas veces se administra en forma de estearato, porque parece ser que, con esta sal, se produce un rápido nivel máximo de eritromicina en sangre.
Este antibiótico es eficaz, como muchos otros de amplio espectro, en el tratamiento de gran número de enfermedades infecciosas, especialmente de aquellas en las que se comprueba resistencia a la penicilina y otros antibióticos. No obstante, el criterio del médico es el que decide, en última instancia, el antibiótico de elección; para ello, se ayuda muchas veces de los datos que le proporcionan los antibiogramas.

AROMATIZANTES

M. P. S. ¿Qué sustancias, naturales o sintéticas, son las que desprenden un olor más fuerte?

En la tabla siguiente se exponen algunas de ellas. Conviene hacer resaltar que una molécula-gramo (mol) de cualquier sustancia contiene 6×10^{23} moléculas. Por tanto, para el caso del disulfuro de etilo, que se detecta el olor de 15×10^{6} moléculas en un centímetro cúbico, esta cifra supone $2,6 \times 10^{-17}$ moles, es decir, $122 \times 2,6 \times 10^{-17}$ gramos (122 gr. es el peso molecular). En definitiva se detectan 3×10^{-15} o, lo que es lo mismo, tres mil billonésimas de gramo, cifra, como vemos, increíblemente baja.

Sustancia	Número de moléculas por 1 cm³. que son precisas para percibir su olor
Yonona	16×10^{5}
Disulfuro de etilo	15×10^{6}
Escatol	16×10^{6}
Vainillina	20×10^{6}
Cumarina	33×10^{6}
Citral (limón)	40×10^{6}
Ác. butírico (queso)	69×10^{6}

CONSULTAS AGRUPADAS

C. Hugo Silva. No hay ninguna razón para suponer que el trabajo mental realizado por los científicos nucleares sea superior al de otras ramas de la ciencia. Por otra parte la muerte de una persona es debida a innumerables razones, y entre las que influyen menos, está el desgaste cerebral. En cuanto a la segunda parte de su pregunta he de decirle que uno de los fines primordiales de las investigaciones médicas actuales es alargar la vida de las personas, habiéndose obtenido ya notables progresos.

C. Alberto Rosa. La mejor manera de soldar el cloruro de polivinilo es con calor. Éste es el método más económico y el usado industrialmente. En cuanto a soldaduras en frío con algún disolvente es prácticamente imposible, debido a la insolubilidad de este producto.

Y PARA CONCLUIR...

EL DESARROLLO DE LA TUBERCULOSIS A TRAVÉS DE LA HISTORIA

Homero menciona la tuberculosis en sus poemas y es de suponer, por lo tanto, que la enfermedad no era tampoco desconocida para los médicos del mundo antiguo. Hipócrates fue, en efecto, el primero en describirla y, sustantivando un verbo griego que significa "desecar", le llamó tisis, nombre con el cual fue exclusivamente conocida hasta el siglo XIX. Galeno, otro de los "padres de la medicina", que vivió hacia los años 130-200, prescribió ciertos remedios contra la dolencia, y Avicena (980-1034 de nuestra era), el llamado "príncipe de los médicos" y autor del "Canon de la Medicina", definió la evolución de la enfermedad en tres fases. Ferrari de Pavía escribió un "Tratado de la tisis".
Simonetta Catanea Vespucci, joven florentina de peregrina belleza, modelo preferida del pintor Sandro Botticelli, murió tísica, a los 16 años. Los aficionados a la pintura pueden admirar todavía hoy el impresionante retrato de Simonetta enferma, con su belleza pálida, caídos los hombros, alargado el cuello como el tallo de un lirio.
Un artista romántico, digno de este nombre, tenía que saber morir a los 30 años, escupiendo sangre, demacrado el rostro y el cuerpo enflaquecido hasta los huesos. Eran los tiempos en que la escritora George Sand y Chopin huyeron de Mallorca a Barcelona, y, en esta ciudad, un hotelero pidió al músico indemnización, porque la policía le obligó a quemar la cama en que durmiera un "tísico".
La enfermedad inspiró a Lord Byron, hasta el punto de declarar éste su deseo de morir tísico, a fin de que todas las mujeres se enternecieran, al imaginarle moribundo de tan romántica enfermedad.
Edgar Poe vivió largos años atormentado por el recuerdo de Virginia, la joven esposa que la tisis le había arrebatado cuando acababa de cumplir 24 años. Dumas, padre, siempre irónico, habla, en su memoria de la tisis, en términos poco respetuosos. La exquisita artista María Bashkirtsef escribe, en su carnet de recuerdos: "no hago más que toser, pero por milagro la enfermedad no me afea. Al contrario, me da un aire lánguido que me sienta admirablemente".
Cuando empezó la revolución industrial, la enfermedad hacía estragos en toda Europa. Hacia mediados del siglo XIX, la mortalidad anual por tuberculosis llegó a ser, en algunos lugares, de 500 por 100.000 habitantes. La tuberculosis era una enfermedad social, y tal estado de cosas no sufrió variación, hasta que empezó a mejorar la condición social y económica de las masas.

ARQUÍMEDES Y LA GANADERÍA DEL SOL

Como desafío a los matemáticos de Alejandría, Arquímedes les propuso el siguiente problema: "El Sol tenía una ganadería de diferentes colores: manchados, blancos, zainos y castaños. El número de toros manchados era inferior al número de toros blancos en 1/2 + 1/3 de veces el número de toros zainos, e inferior al número de toros zainos en 1/4 + 1/5 de veces el número de toros castaños, e inferior al número de toros castaños en 1/6 + 1/7 de veces el número de toros blancos. Por otra parte, el número de vacas blancas era 1/3 + 1/4 de veces el número total de ganado zaino (toros y vacas en conjunto), mientras el número de vacas zainas era 1/4 + 1/5 de veces el número de ganado castaño; el número de vacas castañas era 1/5 + 1/6 de veces el número de ganado manchado, y el número de vacas manchadas era 1/6 + 1/7 de veces el número de ganado blanco. ¿Cuántos toros y vacas había de cada color?
Nosotros encontraríamos la solución escribiendo estos datos en un sistema de ecuaciones de primer grado, el cual, aunque complicado, no sería difícil de resolver. Tales métodos no eran conocidos por Arquímedes y, en todo caso, el método aritmético está muy lejos de ser sencillo. No existe, naturalmente, una solución única, puesto que los datos determinan solamente la relación entre los distintos toros y vacas, y no la cuantía de cada manada.
Arquímedes dio la solución siguiente:

manchados	331.950.960 toros	y	435.137.040 vacas
blancos	829.318.560 toros	y	576.508.800 vacas
zainos	596.841.120 toros	y	391.459.680 vacas
castaños	588.644.800 toros	y	281.265.600 vacas

en los cuales, todos los números son múltiplos de 80. Es casi inconcebible que Arquímedes pudiera haber manejado números de tal magnitud, con los únicos medios del tosco sistema de numeración entonces en uso, de tal suerte que es probable que consiguiera sus resultados mediante algún otro sistema privado, y no sería muy extraño que hubiese empleado un método en nada diferente del nuestro de hoy.

THOMAS YOUNG, NIÑO PRODIGIO

El gran hombre de ciencia inglés Thomas Young (1773-1829), descubridor del fenómeno de las interferencias, que sirvió de base para la elaboración de la teoría ondulatoria de la luz, fue un notable ejemplo de niño prodigio que desarrolló grandes y variadas actividades en su madurez, por las que se destacó, aparte de como físico, como médico, matemático, lingüista, filólogo, anticuario y erudito. Se dice de él que leía de corrido a la edad de dos años, y que podía recitar de memoria el "Deserted Village", de Goldsmith antes de tener seis años. A la edad de 19 años, ya había adquirido completo conocimiento del latín y del griego, y considerable familiaridad con el hebreo, caldeo, árabe, sirio, persa, francés, italiano y español, conjunto de conocimientos lingüísticos que probó su valía cuando, más adelante, se interesó por la egiptología y descifró la piedra Roseta, en 1815.

LOS ÁTOMOS Y LA ELECTRICIDAD

Hemos visto el desarrollo y la evolución, a través de la historia, del concepto del átomo, desde la época de los griegos hasta la mitad del siglo pasado. Durante ese tiempo siempre hemos considerado a los átomos como pequeñas esferas constituyentes de la materia, sin penetrar en su naturaleza, pues el problema acuciante que se intentaba resolver era el de la demostración de su propia existencia. Una vez demostrada ésta y una vez que la Ley de Avogadro aclaró definitivamente algunos puntos que quedaban oscuros, ya era posible adentrarse en el conocimiento de su estructura y de su naturaleza.
Veamos, en este punto, el desarrollo paralelo y el alcance de los conocimientos de los físicos y químicos de la época acerca de la electricidad.
El nombre de electricidad (ámbar en griego) fue propuesto por W. Gilbert, médico de la reina Isabel de Inglaterra, en 1600, al observar que al frotar una barra de ámbar con una piel era capaz de atraer una esferita de médula de saúco. Posteriormente se descubrió que otros materiales, tales como el vidrio, cuando se frotaban con seda, ejercían fuerzas opuestas a las que producía el ámbar.
Benjamín Franklin (1747) redujo a uno los dos tipos diferentes de "efluvios" que habían sido propuestos para explicar estos fenómenos. En 1791 Luigi Galvani aplicó accidentalmente una descarga eléctrica a la pata de una rana, provocando en ella una rápida convulsión, que condujo al descubrimiento de la electricidad galvánica. En seguida se probó que el mismo efecto podría lograrse aplicando a uno de los nervios terminales del anca de la rana un trozo de metal, y que el fenómeno se repetía con mayor intensidad si el circuito se completaba con dos metales diferentes.
Alejandro Volta, en 1800, construyó su famosa pila, acontecimiento que fue recibido con un entusiasmo semejante al que ocasionó el reactor de uranio en 1945. En plazo muy breve se llevó a cabo la electrólisis del agua para obtener oxígeno e hidrógeno. Humphry Davy, utilizando una pila eléctrica, obtuvo sodio y potasio por electrólisis de sus hidróxidos en 1806-1807. La teoría de que los átomos de un compuesto se mantenían unidos por la atracción entre cargas contrarias ganó inmediatamente la aceptación general.

FRASE DE LA SEMANA

Dijo La Bruyère: "Ningún camino es demasiado largo para la persona que avanza decididamente y sin prisas".

PRECIOS DE VENTA (Rigen también para los números atrasados)

ARGENTINA,	Pesos	35.—	ECUADOR,	Sucres	6.—	*HONDURAS,	Lempiras	0,60	PERÚ,	Soles	10.—
*COLOMBIA,	Pesos	3.—	*EL SALVADOR,	Colones	1.—	*MÉXICO,	Pesos	3,50	*PUERTO RICO,	Dólares	0,30
*COSTA RICA,	Colones	2.—	ESPAÑA,	Pesetas	18.—	*NICARAGUA,	Córdobas	2.—	*R. DOMINICANA,	Pesos	0,30
*CHILE,	Escudos	1.—	*GUATEMALA,	Quetzales	0,30	*PANAMÁ,	Balboas	0,30	URUGUAY,	Pesos	4,50
									*VENEZUELA,	Bolívares	1,50

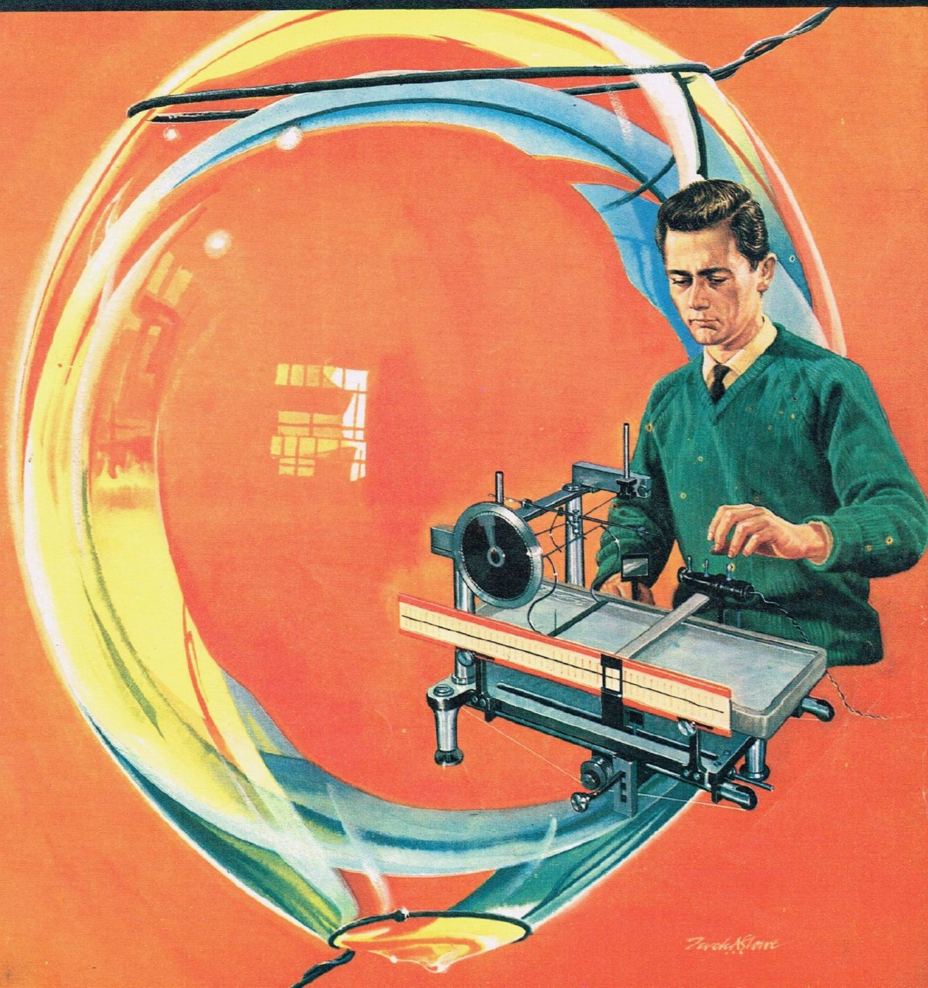
Aparece todas las semanas

* Distribución a partir del 26 de octubre de 1964.

Nº 55

tecnirama

ENCICLOPEDIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA ®



SUPERVISOR CIENTÍFICO DE LA VERSIÓN CASTELLANA:
Jesús **MORCILLO RUBIO**, doctor en ciencias y catedrático de la Universidad de Madrid.

AUTORES CONSULTADOS SOBRE TEMAS ESPECIALES DE ESTE NÚMERO: M. J. ROSEN (Brooklyn College) y J. BERCH (Harris Research Laboratories), tensión superficial. J. MORGAN (Univ. de Texas) y H. E. WHITE (Radio Station, Pittsburgh), telémetros. R. SINGER (Univ. de Tucumán) y A. W. HAMPT (Univ. California), plantas que no necesitan la luz del sol. E. R. PECK (Northwestern University) y N. H. FRANK (Univ. Rutgers), el motor síncrono con el generador. L. A. HILLER (Univ. Illinois) y R. H. HERBER (Univ. Rutgers), ordenación de los elementos. J. J. NASSAU (Case Institute of Technology) y S. K. RUNCORN (Univ. Durham), precesión. R. M. BRICK (Continental Can Co.) y A. PHILLIPS (Univ. Yale), la extracción del cobre. N. H. V. HEATHCOTE (University College, London), Enrique Becquerel.

TECNIRAMA ®, Enciclopedia de la ciencia y la técnica de hoy, es una obra sistemática que se publica en forma de semanario encuadernable. Una vez eliminadas las cubiertas de los ejemplares, las páginas interiores numeradas forman un curso progresivo. Dichos fascículos se coleccionan cómodamente en prácticas tapas-libro para trece números cada una, que aparecen trimestralmente e incluyen los índices temáticos y alfabéticos completos del tomo.

Publicada en Argentina por

EDITORIAL CODEX S.A.

BOLÍVAR 578 **BUENOS AIRES**



AÑO II
TOMO V
Nº 55

SUMARIO

Distribuidores, agentes de suscripciones y venta de ediciones anteriores: ARGENTINA: Distribuidora Universal S.R.L., Brandsen 1868, Buenos Aires. **COLOMBIA:** Editorial Publex Colombiana, Carrera 7ª Nº 13-58, Bogotá. **COSTA RICA:** Carlos Valerín Sáenz y Cía., Apartado 1924, San José. **CHILE:** Cía. Chilena de Ediciones S.A., Santo Domingo 1175, Santiago. **ECUADOR:** Muñoz Hnos., Bvard. 9 de Octubre 732, Guayaquil. **EL SALVADOR:** Librería Hispanoamérica, Emilio J. Simón y Cía., 1ª calle Oriente y 4ª Avenida Norte, San Salvador. **ESPAÑA:** Distribuidora Europea de Publicaciones (DISEUROPA), Córcega 414, Barcelona. **GUATEMALA:** De La Riva Hnos., 9ª Avenida 10-34, Guatemala. **HONDURAS:** Librería Navarro, Calle Real, Comayagüela DC. **MEXICO:** Distribuidora Publex S.A. (DISPLUBEX), Dir. responsable Marcial Frigolet Lerma, Bolívar 154, México, D.F. **NICARAGUA:** Ramiro Ramírez Valdez, Avda. Bolívar Sur 302 A, Managua. **PANAMÁ:** José Menéndez, Apartado 2052, Panamá. **PERÚ:** Central Peruana de Publicaciones S.A., Avda. Bolivia 154, Lima. **PUERTO RICO:** Matías Photo Shop, Fortaleza 200, San Juan. **REPÚBLICA DOMINICANA:** Librería Dominicana, Mercedes 49, Santo Domingo. **URUGUAY:** Distribuidora Paysandú S. A., Luis P. Ponce 1432, Montevideo. **VENEZUELA:** Distribuidora Guaicaipuro C. A., Principal a Santa Capilla 4, Caracas.

TEMA DE LA CUBIERTA:

TENSIÓN SUPERFICIAL. — Sobre un fondo de dos burbujas, una soplada dentro de la otra, un investigador mide con una balanza de superficies del tipo de empuje horizontal.

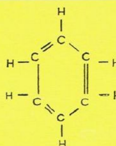
Correo Argentino Central B — TARIFA REDUCIDA — CONCESIÓN Nº 7271

Imprimió Cía. Fabril Financiera Iriarte 2035, Bs. As., Argentina



NOTICIAS DE HOY

Un nuevo benceno. — Se ha sintetizado en la Universidad de Stanford, California, una nueva sustancia que se creía imposible de obtener, un gemelo del compuesto orgánico más conocido, el benceno. Esta nueva sustancia, conocida como "benceno Dewar", por ajustarse a la estructura primeramente dada por Dewar para el benceno, tiene un anillo ligeramente diferente del benceno normal, que es el que le da propiedades características. Tiene mayor energía, es menos estable y, por tanto, se combina con otras moléculas más fácilmente. Los dos bencenos tienen la misma cantidad de carbono e hidrógeno (C_6H_6), es decir son isómeros, puesto que difieren sólo en su estructura. Debido a la diferente distribución de los enlaces entre los 12 átomos de carbono e hidrógeno, la molécula de benceno Dewar está doblada por el centro.



Una de las formas del benceno normal.



NOTICIAS DE MAÑANA

Corriente eléctrica sin cables. — Una de las aspiraciones de los científicos, desde hace 65 años, es poder enviar cantidades de electricidad por el aire, sin necesidad de cables. Para trasmitir eficazmente energía eléctrica sin alambres, los rayos se han de enfocar. Los científicos de la Raytheon Co., en EE.UU., han logrado enviar unos 100 vatios, a una distancia de unos 8m., con un rendimiento del 25 %.
Aunque, a primera vista, parezca que el 25 % no es un buen rendimiento, sin embargo, es ya un buen avance. Se podrían aumentar, tanto la energía como la distancia, unas 1.000 veces, utilizando técnicas ya existentes. Es de esperar que esto se pueda hacer, en un futuro próximo.

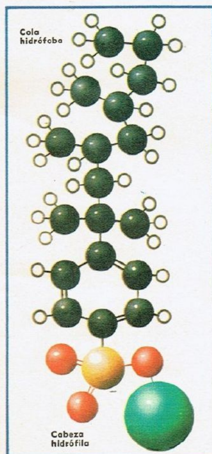
Submarino de aluminio. — Pronto estará en condiciones de ser probado el Aluminanta, un submarino de aluminio que podrá sumergirse hasta unos 5.000 metros, con lo que batirá la marca de inmersión de los submarinos de investigación actuales. La gran presión que tendrá que soportar hará que su armazón y diámetro se encojan unos 5 centímetros sobre lo normal.
El submarino de investigación que actualmente puede descender más es el "Diving Sancer", con 300 metros, y puede llevar dos hombres a bordo. El "Deepstar", que podrá bajar hasta 4.000 metros, con tres hombres, está aún fabricándose, lo mismo que el "Alvin", de dos hombres y 1.800 metros. Se espera que ambos estén listos para fin de 1964.
El record de descenso submarino lo posee el batiscafo "Trieste", con unos 10.000 metros, record alcanzado en 1960.
El Aluminanta ha sido diseñado por la Reynolds Co., en Estados Unidos. Estará equipado con televisión subacuática, luces para poder ver a esas profundidades y manos mecánicas para extraer muestras del fondo del océano. Tendrá capacidad para tres hombres, un mecánico y dos científicos, y podrá explorar por primera vez el 60 % de las cuencas oceánicas mundiales. La razón de que este submarino, de 17 metros de largo y unos tres de diámetro, pueda operar a tal profundidad, es que está construido casi por completo de aluminio.
El aluminio pesa la tercera parte del acero, y tiene una resistencia superior a la de cualquier metal que tenga su peso. Esto le permite soportar tremendas presiones a grandes profundidades, siendo, además, lo suficientemente ligero como para poder flotar entre dos aguas, sin gran cantidad de lastre.
El Aluminanta posee una hélice vertical que le permite moverse hacia arriba o hacia abajo, lo mismo que un helicóptero. Se calcula que el tiempo máximo de inmersión será de tres días.

TENSIÓN SUPERFICIAL

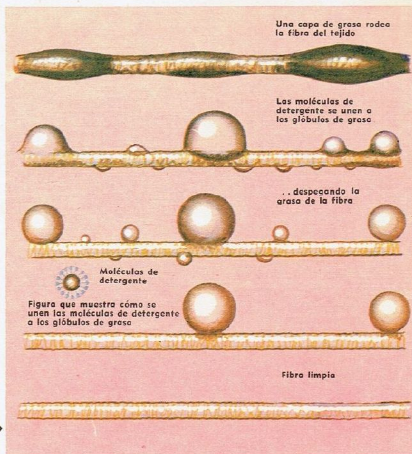
Si clavamos un cuchillo sobre el cuero o parche muy tenso de un tambor, veremos que no queda un agujero, sino que el cuero se rompe y sus lados se separan, debido a la tensión.
Todos los líquidos tienen una especie de piel superficial, que está en tensión como el cuero de un tambor. Hay insectos, como el "patinador", que pueden deslizarse sobre la superficie del agua, sin que exista peligro de que se hundan. La tensión sobre la superficie la mantiene unida y le da su forma. Si se sopla una burbuja de jabón, y se deja caer suavemente sobre su superficie un lazo de hilo de algodón, éste "nada" sobre la burbuja, tomando una forma irregular mientras flota. Sin embargo, cuando se perfora la burbuja dentro del lazo, la tensión de la superficie colindante obliga al lazo a tomar una forma circular. Es posible, haciéndolo con mucho cuidado, soplar una segunda burbuja dentro de la primera, a través de un segundo aro.
El comportamiento de las superficies líquidas se ha estudiado con detalle, obteniéndose, así, conclusiones que han dado lugar a aplicaciones de gran utilidad. Probablemente, la aplicación más importante de estos estudios ha sido el desarrollo de los detergentes. Otra, la conservación del agua. Éste es un problema de gran importancia en las regiones muy cálidas, donde el agua es escasa, y en las que, debido a la evaporación superficial, se pierden grandes cantidades de la misma en los depósitos abiertos.
En la producción de metales a partir de los minerales se ha conseguido mejorar grandemente la separación del mineral, de las tierras y rocas que lo acompañan, gracias a la aplicación de las técnicas de flotación. Se hace flotar al mineral sobre la superficie de una espuma densa.

CAUSAS O FUNDAMENTOS DE LA TENSIÓN SUPERFICIAL

En el interior de un líquido, toda molécula está rodeada por otras moléculas. Entre éstas existen fuerzas de atracción, de tal manera que cada una de ellas atrae a las que la rodean, y éstas, a su vez, a las que la rodean a ella, con lo que tales fuerzas se anulan mutuamente. En cambio, una molécula de la superficie tiene debajo, y a los lados, otras moléculas próximas, pero arriba no las tiene, con lo que las fuerzas que actúan sobre ella no están equilibradas. No hay una fuerza que tire de la molécula hacia arriba para equilibrar la fuerza hacia abajo de las moléculas sobre las que se encuentra. Esto hace que las moléculas de la superficie sufran una fuerza dirigida hacia el interior del líquido, que las coloca en un estado de tensión; ésta es la causa del "efecto de piel".
La magnitud de la fuerza de tensión depende del tipo de líquido y de la pureza del mismo. Los barquitos de juguete de alcanfor sirven para estudiar el efecto de los cambios de tensión superficial. Cuando se sujeta un trozo de alcanfor en la popa de un barquito ligero y se le hace flotar en la superficie de un estanque de agua limpia, el barquito avanza. Su marcha se debe a que parte del alcanfor se ha disuelto en el agua y esta disolución tiene una tensión superficial más baja. Es decir, la fuerza que tira del barquito por la proa es mayor que la que tira por la popa, y, como consecuencia de ello, el barquito avanza. Del mismo modo cualquier objeto plano que descanse sobre la superficie de un líquido sufrirá un empuje o presión superficial, que es la medida de la diferencia de tensiones superficiales a ambos lados del objeto. Esta propiedad se emplea en las balanzas de superficie.



Molécula típica de detergente, con una cabeza hidrófila y una cola hidrófoba.



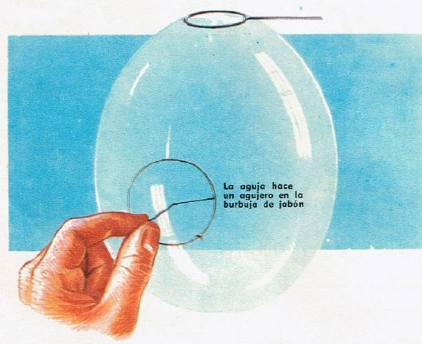
Serie de acontecimientos que muestran la acción de un detergente sobre una fibra engrasada.

BALANZAS DE SUPERFICIE

Cualquier instrumento que mida directamente la diferencia entre dos tensiones superficiales se puede considerar como una balanza de superficie. Esta diferencia se da, normalmente, entre la tensión superficial del agua pura γ_a, y la de una superficie cubierta por una capa γ_c.
La presión superficial π se define experimentalmente como la fuerza por unidad de longitud que una capa superficial ejerce sobre el contorno que la encierra, y es igual a la diferencia de tensión superficial entre la superficie del agua limpia y la cubierta por la capa; esto es: $\pi = \gamma_a - \gamma_c$.
Hay, fundamentalmente, dos tipos de balanzas superficiales: las de tipo vertical, como la inventada por Wilhelmy, y las de flotador horizontal, que fue inventada por Langmuir y realizada por Adam.
En las de tipo de empuje vertical, una lámina muy delgada de mica, o un bastidor de platino, está parcialmente sumergida en el agua y cuelga de un brazo de una balanza analítica o de torsión. La tensión superficial hace que el líquido tire de la lámina, o del hilo de platino, con una fuerza tal que, si el ángulo de contacto es cero, la diferencia de posición de la lámina y, por lo tanto, de la balanza, da directamente la diferencia de tensión superficial y, asimismo, la presión.
Las balanzas de barrera flotante o de empuje horizontal se usan, normalmente, para el estudio de monocapas insolubles.
La superficie limpia del agua se separa de la cubierta por la monocapa, mediante una barrera flotante de mica parafinada. Debido a la diferencia de tensión superficial a ambos lados de la barrera, ésta sufre un empuje que tendería a desplazarla como ocurre en el caso del barquito con el alcanfor. La fuerza que hay que aplicar a la barrera, por *unidad de longitud*, para que ésta no se desplace, es la presión superficial de la monocapa.
Las balanzas de empuje vertical pueden utilizarse para medir directamente la tensión superficial, si se cumple con una serie de condiciones, ya que la fuerza necesaria para arrancar el hilo de platino de la superficie del líquido está directamente relacionada con la tensión superficial del mismo.

ADHESIÓN Y COHESIÓN

Una pequeña gota de rocío, debido a las fuerzas que tiran de la superficie, tiene forma esférica porque la forma geométrica que presenta la mínima superficie para un determinado volumen es la esfera. Por eso, si la tensión superficial de un líquido es mayor, las gotas esféricas que puede formar son mayores. Cuando la gota es suficientemente grande, las fuerzas debidas a la tensión son más pequeñas que las debidas al peso del líquido, que toma la forma del recipiente que lo contiene. En el caso del mercurio, que tiene una gran tensión superficial, se pueden dar gotas esféricas mucho mayores que en el caso del agua.
Las moléculas del líquido son atraídas por las paredes del recipiente en que se encuentra. Estas fuerzas se llaman de *adhesión*. Las que intervienen entre las moléculas del líquido y las mantienen unidas, son fuerzas de *cohesión*. Cuando las fuerzas de adhesión son mayores que las de cohesión, el líquido moja las paredes del recipiente que lo contiene, como ocurre con el agua. Cuanto menor sea la tensión superficial (menores fuerzas de cohesión) mayor será el poder de mojado. La atracción entre las moléculas del agua y las paredes de vidrio es mayor que la atracción de las moléculas de agua entre sí. El mercurio, que tiene una tensión superficial mucho mayor (más de seis veces la del agua), no moja las paredes de vidrio.



La tensión en la superficie de la burbuja tensa el lazo de algodón para formar un círculo.

ÁNGULO DE CONTACTO

La superficie del agua se curva hacia arriba, junto a la pared del recipiente de vidrio; en cambio, la del mercurio se curva hacia abajo. En el primer caso, hay una tendencia a lograr la mayor superficie de contacto posible; en el segundo, ocurre justamente lo contrario.
El ángulo de contacto entre las paredes del recipiente y el agua (véase figura) es pequeño, mientras que este ángulo, cuando se trata del mercurio, es grande y tiende a formar gotas.

CAPILARIDAD

Cuando un tubo estrecho (capilar) se sumerge en agua, se observa que ésta sube por el tubo, alcanzando un nivel más alto que el resto del líquido, debido a las fuerzas de adhesión. Este hecho se conoce con el nombre de *capilaridad*.
La acción de la capilaridad tiene una gran importancia en el trasporte de agua hacia arriba; en los tallos de las plantas, por ejemplo.
Cuando se trata de líquidos en los que las fuerzas de adhesión son pequeñas, comparadas con las de cohesión, al sumergir el tubo capilar en el líquido resulta que hay un descenso en el nivel dentro del tubo, como ocurre con el mercurio.

SUSTANCIAS CON ACTIVIDAD SUPERFICIAL

En general, cualquier sustancia disuelta en un líquido tiende, en mayor o menor grado, a modificar sus propiedades superficiales, variando su tensión superficial. Sin embargo, hay un tipo de sustancias que, incluso en pequeñas cantidades, tiene una gran acción sobre las propiedades superficiales. Los detergentes son sustancias de este tipo, que, de un modo más general, se llaman *surfactantes*.

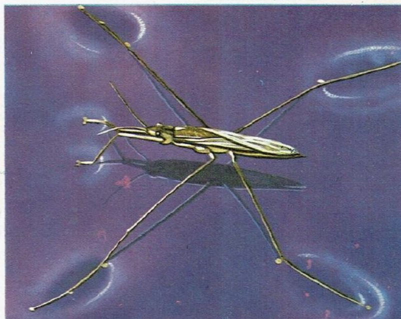
DETERGENTES

La acción de los detergentes es doble. Por una parte, eliminan las partículas de suciedad de los vestidos, y, por otra, quitan las manchas de grasa.
La grasa, normalmente, se encuentra pegada a la fibra del tejido, en forma de capa, con una mayor adhesión a la fibra que al agua. Cuando se añade detergente al agua, ésta disminuye su tensión superficial, y el ángulo de contacto de la grasa con la fibra aumenta. El aceite se agrupa formando bolitas, del mismo modo que el mercurio forma bolas, en vez de extenderse en capas. Los glóbulos de grasa se despegan fácilmente de la fibra, y entran en el agua como una emulsión.
Las moléculas de detergente son bastante grandes, y tienen estructuras de cadenas largas. En un extremo de la cadena, hay un grupo de átomos, como el grupo sulfurado ($-SO_3Na$). Estos grupos se ionizan en el agua. El sodio positivo se despega de la molécula, dejando un grupo $-SO_3^-$, cargado negativamente. Este tipo de detergente se obtiene por *sulfonación* de hidrocarburos derivados del petróleo.
Hay otros detergentes en los que el grupo ionizado sujeto a la cadena tiene una carga positiva, como los compuestos de alquil-amonio. En cualquier caso, estas moléculas tienen una cabeza iónica y una cola de tipo aceite. La parte iónica tiene afinidad con el agua, y, en cambio, la cadena de hidrocarburo es repelida por las moléculas de ésta. Para colaborar en la eliminación de las mezclas de grasa, las *colas* lipófilas del detergente se unen a la mancha, debido a la afinidad que tienen con la grasa y a su aversión por el agua, con lo que las *cabezas* se orientan hacia esta última formando un puente entre grasa y agua. Las moléculas del agua, atraídas por las cabezas iónicas, se introducen en las manchas de grasa y la fibra del tejido, ayudando a desalojar la grasa y formando una emulsión. El resultado es muy semejante en el caso de las partículas de suciedad.

PROTECCIÓN DE DEPÓSITOS DE AGUA ABIERTOS

Para evitar la evaporación de agua en los depósitos, en países cálidos se extiende alcohol cetílico ($C_{16}H_{33}OH$) sobre la superficie del agua. Este alcohol forma una capa que es resistente a la evaporación y que no contamina el agua, pues tiene tan sólo el espesor de una molécula (este tipo de capa se llama *monocapa*).

La cadena cetílica es hidrófoba (repele el agua), pero el grupo alcohol es hidrófilo (atrae el agua); debido a esto, las moléculas se orientan con las colas hacia arriba, fuera del agua, y las cabezas, hacia adentro. Esta capa, con la parte hidrocarburo hacia afuera, protege el agua, impidiendo su evaporación. Unos gramos de alcohol sirven para cubrir una hectárea. Como la monocapa se puede romper, se renueva, normalmente, dos o tres veces al día. En el caso de que lo que se pretenda proteger de la evaporación sean embalses, en los que hay una pérdida constante de agua superficial, la sustancia de protección se tiene en depósitos flotantes hechos de malla metálica, con lo que a medida que se va perdiendo parte de la capa superficial, se va extendiendo, de modo automático, nuevo material surfactante sobre la superficie de agua no cubierta.
Debido a la pequeñísima cantidad de material que es necesaria para cubrir grandes superficies de agua de un modo continuo, en los países secos y cálidos supone un gran ahorro económico el evitar la evaporación de grandes masas de agua.
La naturaleza utiliza compuestos con actividad superficial. Las superficies internas de los pulmones se mantienen húmedas y elásticas por medio de una monocapa. Los pulmones deben ser elásticos para expandirse y contraerse, introduciendo y expulsando el aire. El agente que moja la superficie mantiene esta elasticidad.



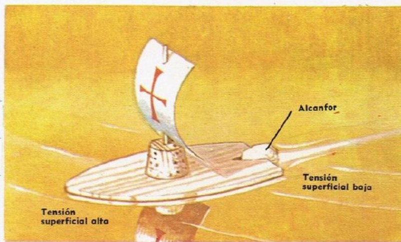
Los pies del patinador "tensan" y deprimen la capa superficial del agua. La superficie no se rompe, y sostiene al insecto.

EMULSIONES

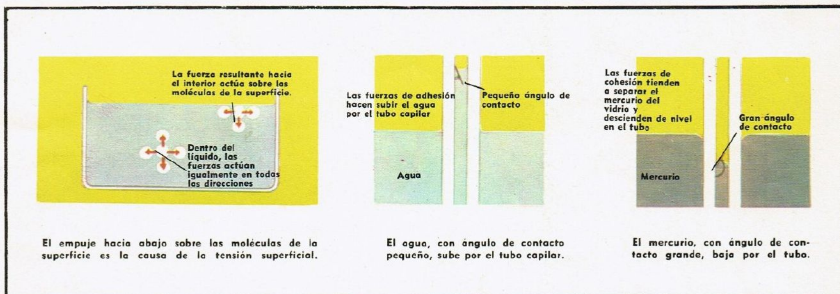
Otra aplicación de compuestos con actividad superficial es su utilización como *emulsionantes*. Una emulsión es una suspensión en agua de pequeñas gotitas de un compuesto insoluble; por ejemplo, gotitas de aceite en agua. Las emulsiones tienden a romperse, separándose los dos componentes insolubles en dos capas, si no se protegen con la adición de compuestos llamados *emulsionantes*. Éstos evitan la separación, disminuyendo la tensión superficial de agua y actuando de puente entre los dos compuestos insolubles, de tal manera que, en vez de separarse en una capa, el compuesto emulsionado tiende a formar gotitas.
Las colas de las moléculas del emulsionante se unen a las gotas del compuesto insoluble, y las cabezas iónicas, al agua. La mostaza, por ejemplo, actúa como emulsionante, dividiendo la grasa en gotitas, de manera que presenta una gran superficie sobre la cual pueden actuar los jugos digestivos.

COLECTORES EN FLOTACIÓN

En la separación de minerales útiles por flotación se utilizan compuestos surfactantes. Estos compuestos reciben el nombre de *colectores* y se añaden al agua que contiene el mineral pulverizado. Las moléculas del colector se unen a la superficie del mineral, con lo cual aumenta su ángulo de contacto con el agua, y hacen que la partícula del mineral sea hidrófoba (es decir, el comportamiento del mineral es más parecido al de la gota de mercurio, que, con su gran ángulo de contacto, es "alérgico" al agua). Cuando se insufla aire a través del líquido que contiene el mineral, las partículas del mismo se pegan a las burbujas de aire que se forman, porque tienen más afinidad con el aire que con el agua. Como resultado de esta operación, el mineral flota con la espuma que se forma, y la tierra inútil permanece en el fondo. Se emplean, también, colectores para producir el efecto contrario sobre el material inútil.



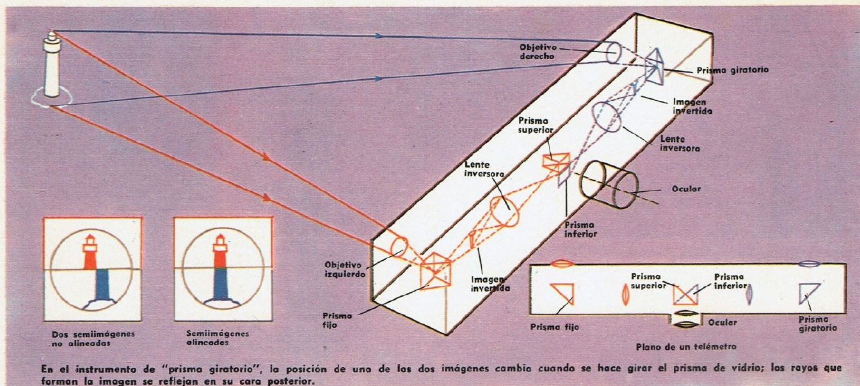
El alcanfor se disuelve y forma una solución, de tensión superficial más baja. La mayor tensión superficial del agua limpia tira del barquito hacia adelante.



El empuje hacia abajo sobre las moléculas de la superficie es la causa de la tensión superficial.

El agua, con ángulo de contacto pequeño, sube por el tubo capilar.

El mercurio, con ángulo de contacto grande, baja por el tubo.



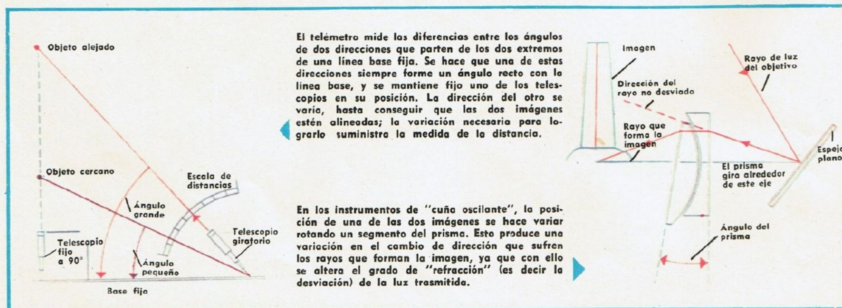
En el instrumento de "prisma giratorio", la posición de una de las dos imágenes cambia cuando se hace girar el prisma de vidrio; los rayos que forman la imagen se reflejan en su cara posterior.

LOS TELÉMETROS

El telémetro óptico, como indica su nombre, es un instrumento que se utiliza para medir la distancia existente entre el observador y un objeto alejado, pero visible. Aparte de sus aplicaciones militares, los fotógrafos usan telémetros para conseguir el enfoque exacto.

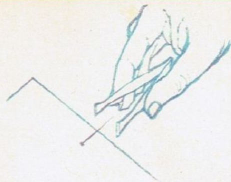
Su funcionamiento se basa en la medición de los ángulos de la base del triángulo formado por el objeto tomado como vértice y el instrumento como base. Para simplificar la operación se hace, generalmente, que uno de los ángulos de la base sea recto. El valor de las distancias que da el instrumento (en pies o metros) está relacionado directamente con el otro ángulo de la base.

En los instrumentos prácticos, no es conveniente el tener dos puntos de mira distintos, como ocurre con los dos telescopios que se muestran en el esquema; por lo tanto, los dos telescopios están dispuestos, habitualmente, de tal manera, que tienen un ocular común para los dos. Así, pues, cada telescopio proporciona una mitad de la imagen total del objeto. En un tipo de instrumento,



El telémetro mide las diferencias entre los ángulos de dos direcciones que parten de los dos extremos de una línea base fija. Se hace que una de estas direcciones siempre forme un ángulo recto con la línea base, y se mantiene fijo uno de los telescopios en su posición. La dirección del otro se varía, hasta conseguir que las dos imágenes estén alineadas; la variación necesaria para lograrlo suministra la medida de la distancia.

En los instrumentos de "cuña oscilante", la posición de una de las dos imágenes se hace variar rotando un segmento del prisma. Esto produce una variación en el cambio de dirección que sufren los rayos que forman la imagen, ya que con ello se altera el grado de "refracción" (es decir la desviación) de la luz trasmitida.



Un experimento sencillo, que demuestra la capacidad de medir distancias de los ojos humanos, en combinación con el cerebro, puede realizarse del siguiente modo. Se coloca un alfiler en el borde de una mesa, como en el dibujo. Con unas pinzas en una mano, tomadas de manera que se cierren en la dirección horizontal (como también se ve en el dibujo), hay que comparar el tiempo y esfuerzo necesarios para levantar el alfiler con las pinzas, primero utilizando los dos ojos y luego usando uno solo. El otro ojo se tapa con la mano libre.
Con los dos ojos enfocados hacia el alfiler, el cerebro no tiene dificultad para dirigir el movimiento de las manos con las pinzas. Sin embargo, cuando sólo se usa un ojo, el cerebro no recibe datos suficientes y, por consecuencia, la operación de tomar el alfiler resulta muy difícil.

de prisma giratorio, la luz que viene del objeto pasa a través de la lente *objetivo izquierda* (una lente convexa) y sufre una desviación de 90° a través del prisma fijo. En el prisma, la luz se refleja internamente en la superficie posterior. De esta forma, se obtiene una imagen del objeto reducida pero invertida. Mediante el uso de una lente *inversora,* se consigue colocar la imagen nuevamente en la posición correcta del objeto en el plano de la cara del prisma superior, ubicado frente al ocular. Este prisma superior sólo refleja la mitad de arriba de la imagen del objetivo izquierdo: la mitad inferior no quedará visible. Del mismo modo, la luz procedente del objeto pasa a través del objetivo de la derecha y se desvía menos de 90° por medio del prisma ajustable, produciendo una imagen reducida e invertida, como en el caso anterior. La lente inversora de la derecha coloca entonces esta imagen en el plano de la cara del prisma inferior, frente al ocular y en la posición correcta del objeto; solamente se puede ver la mitad inferior de esta imagen.
Cuando se utiliza el telémetro, se lo hace girar hasta conseguir que la mitad superior de la imagen esté en el centro del campo ocular. Entonces, se fija el instrumento en esta posición y se va haciendo girar el prisma con la derecha, hasta que la mitad inferior de la imagen esté centrada también en el campo ocular. Las dos mitades de la imagen forman, así, una imagen completa en el centro del campo ocular, prueba de que el instrumento se encuentra perfectamente orientado hacia el objeto. La distancia que hay del objeto al observador se puede leer directamente en la escala graduada acoplada al prisma giratorio.

En la ilustración se muestra a dos oficiales utilizando un telémetro en un barco.

PLANTAS QUE NO NECESITAN LA LUZ DEL SOL

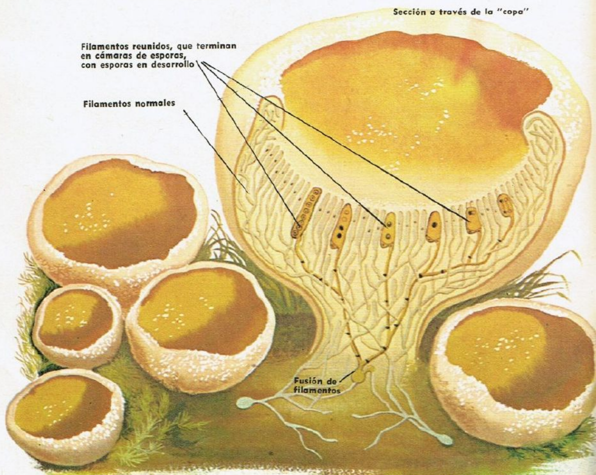
El moho verde del queso, o el grisáceo que aparece sobre el pan húmedo, y las setas de colores brillantes que crecen en el bosque, no parece, a primera vista, que tengan mucho en común. Sin embargo, todos ellos pertenecen a un grupo de plantas llamadas *hongos*. El cuerpo de un hongo está formado por filamentos finos (*hifas*). Los hongos no poseen clorofila, y, por lo tanto, no pueden producir alimentos a base del anhídrido carbónico y el agua que los rodea, como hacen las plantas verdes. No pueden realizar la función clorofílica o *fotosíntesis*, y, en consecuencia, son independientes de la luz. Una gran parte de ellos vive en completa oscuridad, y depende, para su nutrición, de materias orgánicas ya existentes, que absorben, mediante las hifas, del medio en que crecen. En este aspecto, los hongos se parecen a los animales, que se alimentan de materia orgánica formada previamente por las plantas verdes. (Son, por ello, heterótrofos.) Se les puede considerar organismos primitivos, ya que su estructura es más simple que las de las plantas superiores y no presentan procesos fisiológicos, como el de la fotosíntesis. Sin embargo, es muy probable que esta falta de fotosíntesis sea debida a una simplificación en la evolución y a una adaptación a la nutrición, a partir de materias orgánicas. Parece lógico pensar que las plantas que pueden realizar la síntesis de la materia orgánica hayan precedido, en el orden de aparición sobre la Tierra, a las que no son capaces de ello. De otra forma, sería difícil imaginar cómo se alimentarían los primeros organismos. Hay, sin embargo, quienes piensan que en las primeras etapas de la historia de la Tierra, antes de la aparición de los primeros organismos, podían acumularse en el agua, y en otros lugares, grandes cantidades de una materia parecida a la que hoy llamamos orgánica. Es decir, compuestos en los que intervienen el nitrógeno, el carbono, el hidrógeno y el oxígeno, se-



La Saprolegnia vive sobre los organismos muertos, en el agua. Se reproduce por zoósporas móviles (a la izquierda) y por fusión de órganos masculinos y femeninos (a la derecha).

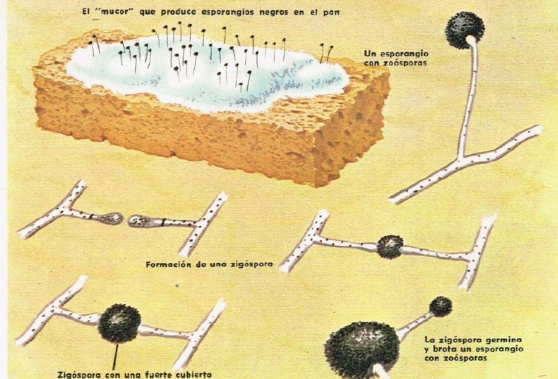
HIFAS	Filamentos de un hongo.
ZOOSPORA	Corpúsculo unicelular fino, producido en los extremos engrosados de los filamentos del hongo. Puede escapar y producir un nuevo filamento. En las especies que viven en un ambiente húmedo, las zoósporas pueden presentar flagelos.
ESPORANGIOS	Extremos engrosados de los filamentos, que pueden producir zoósporas.
OÓSPORA	Espora resultante de la fusión de las células masculina y femenina. Tiene un núcleo diploide.
ZIGÓSPORA	Espora resultante de la fusión de las ramas negativa y positiva de los filamentos. Hay varios núcleos diploides.
HAPLOIDE	Un núcleo haploide es el que tiene solamente una guarnición de cromosomas.
DIPLOIDE	Un núcleo diploide es el que tiene dos guarniciones de cromosomas.
MIOSIS	División de un núcleo diploide; da núcleos haploides.

Hongos en forma de copa del tipo de "Peziza". Pertenecen a los ascomicetos. Los cuerpos fructíferos se desarrollan cuando los filamentos se han fusionado. Las esporas se desarrollan en los cuerpos fructíferos, en células especiales llamadas "ascos".



mejantes a los aminoácidos que forman las proteínas. Hay experimentos que ponen en evidencia la posibilidad de formación de estos compuestos por descargas eléctricas, en presencia de amoníaco, de anhídrido carbónico y de agua. Naturalmente, estos depósitos no se forman hoy día, debido, precisamente, a la presencia de organismos como los hongos, que rápidamente los destruirían para utilizarlos como alimentos. Por ello, no puede excluirse del todo la posibilidad de que las plantas u organismos sin fotosíntesis hayan precedido a los fotosintéticos, quedando, únicamente, la duda de cuáles fueron los que aparecieron antes.

Muchos hongos son *parásitos*, absorbiendo su alimento de los organismos vivos. Un cierto número de ellos vive sobre peces, insectos, etc., llegando, incluso, a producir la muerte de los animales que parasitan. En el hombre, son relativamente frecuentes los trastornos llamados *micosis*, que son, generalmente, una infección de la piel, producida por un hongo casi microscópico. Los que viven sobre sustancias muertas (restos vegetales como las ramas, hojas caídas, etc., o restos animales, como el cuero) se llaman *saprófitos*. Los hongos saprófitos desempeñan un papel muy importante en el ciclo de las sustancias en la naturaleza. Gracias a ellos, la materia orgánica muerta no se acumula indefinidamente, cosa que acarrearía la inmovilización de numerosos elementos y compuestos, y su agotamiento. En este trabajo de descomposición y liberación de sustancias, las bacterias y otros microorganismos desempeñan un papel parecido al de los hongos, coexistiendo, frecuentemente sobre los mismos materiales. La competencia por el alimento y por el espacio, entre bacterias y hongos, parece ser la causa de que éstos posean, a veces, sustancias que impiden el crecimiento de las bacterias. Estas sustancias son los llamados *antibióticos*, conocidos hoy día en todo el mundo, que desempeñan un papel importante en la elaboración de medicamentos que actúan sobre determinadas bacterias, causantes de enfermedades. Gran parte de los hongos conocidos viven en el suelo, formando parte de la "flora" de éste y tomando parte en la descomposición de los restos vegetales, que produce la formación del *humus*, mantillo o tierra vegetal de color oscuro. Es fácil advertir en el suelo de los bosques, en el interior de la masa de restos vegetales descompuestos, la hifas de los hongos, que la cruzan profusamente en forma de filamentos blancos (micelio del hongo). En los suelos, donde a causa de la elevada acidez del medio no pueden vivir la mayoría de las bacterias, son los hongos quienes producen la descomposición de las sustancias orgánicas.



El "mucor" crece en materias diversas, tales como el pan en estado de descomposición, donde forma una blanda masa de filamentos. Los órganos no sexuales y que contienen esporas (esporangios) son negros y desprenden esporas que son trasportadas por el aire. Cuando los filamentos se unen, forman zigósporas muy resistentes. La zigóspora germina y forma un esporangio.

Las relaciones de los hongos con otros seres vivos no se limitan solamente al parasitismo, sino que pueden ser beneficiosas. Así, por ejemplo, los hongos se asocian con las raíces de numerosos árboles, constituyendo las llamadas *micorrizas*, en las que los filamentos del hongo penetran en las raíces y ayudan considerablemente a la planta a adquirir determinadas sustancias de tipo nitrogenado. Las hifas de los hongos pueden sólo envolver las raíces de los árboles con los que se asocian (*micorrizas ectótrofas*), y también pueden penetrar hasta el interior de las mismas células de la planta hospedante, que a su vez se beneficia utilizando ciertas sustancias del hongo (*albuminoides*). En este caso las micorrizas son *endótrofas*. En las orquídeas, por ejemplo, la germinación es muy difícil, si no está presente un hongo que le proporciona los primeros alimentos. Otras invasiones de raíces por hongos tienen, sin embargo, carácter parasitario, y son perjudiciales para la planta "huésped". Los ataques de algunos hongos parásitos han hecho desaparecer plantaciones enteras de árboles.

Por otra parte, se han descubierto recientemente hongos que desarrollan actividades que trascienden del parasitismo, por ejemplo, los hongos "cazadores" de nemátodos, que capturan estos animales envolviéndolos en sus hifas.

Al absorber los alimentos y el agua, las hifas de los hongos aumentan de longitud, y, frecuentemente, se ramifican. El proceso de crecimiento es mucho más sencillo en los hongos que en las plantas superiores, dado que no tienen tejidos especializados. Los filamentos son estructuras tubulares sencillas, cuyas paredes contienen varias clases de celulosa y sustancias nitrogenadas. Contienen el protoplasma, los núcleos y gotitas de aceite, que funcionan como sustancias de reserva. Algunas formas coloreadas presentan pigmentos. Las hifas están divididas, muchas veces, por paredes trasversales, que delimitan las células, cada una de las cuales posee su núcleo.

Los hongos se clasifican de acuerdo con su anatomía y el modo en que se reproducen. Tanto la reproducción sexual como la vegetativa se presentan en los grupos de hongos conocidos. No obstante, existen algunos en que faltan determinadas fases de la reproducción, y son clasificados por ello en el grupo de los llamados *hongos imperfectos*. La gran cantidad de formas que presentan los hongos, y su falta de diferenciación en estructuras aparentes, hace que su clasificación resulte difícil. Los hongos se remontan al paleozoico a juzgar por los hallazgos, en los que se encuentran señales de hifas parasitando tejidos vegetales. Según la opinión más generalizada, los hongos derivan de las algas, por progresiva adaptación a la vida terrestre y pérdida de la clorofila.

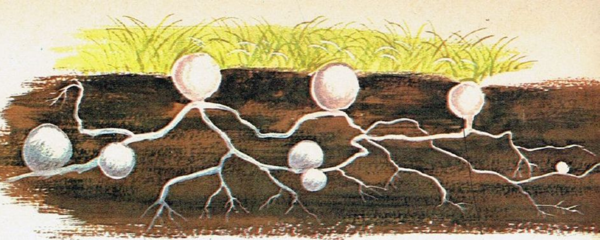
FICOMICETOS

Los filamentos de estos hongos no están divididos en células separadas. Muchas de sus especies son parásitas de plantas, o viven en el agua.

Los filamentos blancos de la *Saprolegnia*, que vive en el agua, son corrientes sobre ramas muertas, insectos e, incluso, sobre peces vivos. Es una plaga común en los acuarios, y ataca a los peces con escoriaciones. Los filamentos se ramifican en la superficie y en el interior de

los tejidos, y están frecuentemente abultados en los extremos. Estos extremos hinchados son los *esporangios*, que contienen varios núcleos y están separados del resto del filamento por una pared trasversal. Cada núcleo se asocia con una parte de protoplasma, que se redondea y produce dos flagelos o latiguillos. El extremo del filamento se abre, finalmente, y los corpúsculos nadan, en libertad, sirviéndose de sus flagelos. Los corpúsculos que nadan, como ocurre con éstos, abundan en las plantas inferiores, y se llaman *zoósporas*. Cada zoóspora crece, hasta dar lugar a un nuevo filamento de hongo, cuando llega a un lugar apropiado. A causa del gran número de zoósporas que se producen, es raro que una de ellas se establezca sola; generalmente se desarrollan, junto a ella, muchas otras. Las zoósporas son, por lo tanto, los agentes de *reproducción vegetativa* o *asexual*.

La *Saprolegnia* tiene, además, otro medio de reproducirse, especialmente cuando llega al fin de su vida. Los extremos de sus filamentos se hinchan y se dividen. Generalmente, presentan dos tipos de engrosamiento, que tienen lugar uno al lado del otro. El mayor es el órgano femenino, cuyos núcleos y protoplasma forman las células germinales. El órgano masculino tiene forma de maza, y crece al contacto con el órgano femenino. Entonces, las células masculinas pasan al órgano femenino, y se fusionan con las células de éste, formando un cierto número de *oósporas* o "huevos". Los núcleos se fusionan y, alrededor del "huevo", se forma una fuerte cubierta. Así pueden resistir circunstancias adversas, como la sequía, y, después de una división por miosis, que reduce su número cromosómico, se origina un nuevo filamento, que tiene una guarnición simple de cromosomas en el núcleo. El moho del pan (moho blanco), del cuero, etc. —*Mucor mucedo*— también pertenece a este grupo, pero presenta dos características diferenciales importantes. Las zoósporas asexuales no tienen flagelos, pues no les serían de utilidad, dadas las condiciones secas en que viven. Las esporas son propagadas por el viento o los insectos. No hay diferencias entre sus órganos masculinos y femeninos, pero no todos los filamentos se comportan de la misma manera. Hay dos clases fisiológicamente distintas. La diferente sexualidad de los micelios se expresa con el signo +, para los más robustos, y el signo —, para los más débiles, pues éstos no evidencian otra característica para poder establecer el sexo. Cuando se juntan, dan lugar a los órganos de la reproducción. La presencia de dos clases fisiológicamente diferentes recibe el nombre de *heterotalismo*, y se produce en la mayoría de los hongos superiores.



En el *Mucor mucedo*, las puntas de los filamentos laterales se dividen, y los de la clase opuesta se juntan. Los núcleos se fusionan a pares, formándose alrededor de ellos una cubierta dura. Así aparece la *zigóspora*, que corresponde al "huevo" de la *Saprolegnia*. Cuando la zigóspora germina, después de la miosis, origina un filamento simple, que lleva zoósporas en su extremo. Éstas se dispersan y forman nuevos filamentos. La mayoría de las fases de la vida de estos hongos tiene lugar en estado *haploide* (es decir, el núcleo sólo tiene una guarnición de cromosomas). Solamente las zigósporas sexuales tienen dos guarniciones. Esto contrasta con lo que ocurre en las plantas superiores y los animales, cuyo cuerpo se compone de células con dos guarniciones de cromosomas. Esto se debe a que en los organismos superiores la reducción cromosómica tiene lugar inmediatamente antes de que se formen las células germinales.

ASCOMICETOS

Los filamentos de estos hongos están divididos en células, cada una de las cuales tiene normalmente un solo núcleo. Muchos de ellos son parásitos importantes (*cornezuelo del centeno*, *oídio de la vid*), pero los más visibles son los hongos en forma de copa, brillantemente coloreados, tales como el *Peziza*, que vive sobre troncos muertos y en situaciones análogas. Las esporas sexuales se forman en el interior de células especiales llamadas *ascos*, las cuales, normalmente, se encuentran en los "cuerpos fructíferos", que están formados por masas de filamentos densamente empaquetados. Los cuerpos fructíferos tienen, frecuentemente, colores brillantes.

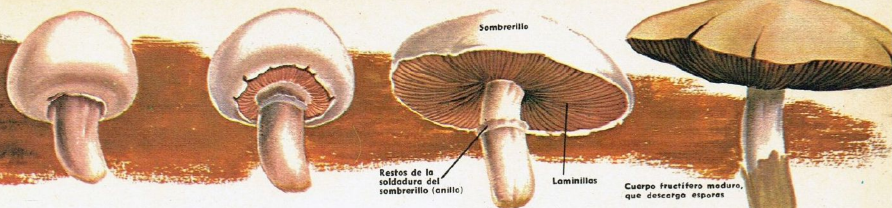
Generalmente, hay dos estirpes distintas de filamentos, que sólo producen cuerpos fructíferos cuando se encuentran. Los filamentos se unen, pero los núcleos continúan separados. Los filamentos continúan su crecimiento y producen nuevas células, cada una de las cuales lleva dos núcleos. En una de las células de la punta, o cerca de ella, los núcleos se fusionan y luego se dividen en ocho, cada uno de los cuales se rodea de una parte de protoplasma y forma una espora. Las esporas se desprenden cuando su cámara se abre. Se producen esporas de las dos clases o estirpes, que después crecen, para dar lugar a nuevos filamentos del hongo.

BASIDIOMICETOS

A este grupo pertenecen los hongos que nos son más familiares, como las *setas comestibles* y los *hongos venenosos*. Los primeros estadios de su vida son muy semejantes a los del grupo anterior, encontrándose en forma de filamentos ramificados, sobre las hojas muertas, el estiércol, etc. Cuando se encuentran los filamentos de clase contraria, se producen cuerpos fructíferos con filamentos empaquetados estrechamente. Algunos de estos filamentos tienen dos núcleos en sus células. El cuerpo fructífero de la *seta* se desarrolla bajo tierra, en forma de un ovillo de filamentos. Sus características están ya completamente definidas antes de que aparezca en la superficie. Entonces, por absorción de grandes cantidades de agua, crece hacia arriba y se abre, tomando la típica forma de una sombrilla. En la cara inferior de la sombrilla hay muchas laminillas radiales, que contienen las esporas.

ALGUNOS BASIDIOMICETOS Y ASCOMICETOS





El agárico común comienza como un filamento sencillo, que luego se ramifica, y, eventualmente, se fusiona con otro. Los cuerpos fructíferos se desarrollan y forman nudos de filamentos y, cuando están casi completos, crecen rápidamente, por absorción de agua. El sombrerillo se desprende del tallo, abriéndose, y deja al descubierto las laminillas, cuyo detalle se muestra a la derecha.

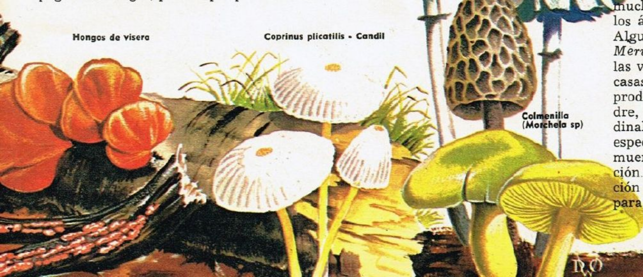


Los filamentos contienen, en sus extremos, células en forma de maza, llamadas *basidios,* y en ellas se fusionan los núcleos. Entonces se dividen por miosis, y los cuatro nuevos núcleos pasan a cuatro reducidos abultamientos que hay en la extremidad exterior de la célula. Se desprenden cuando están maduros, y son dispersados por el viento.
En el hongo (agárico) cultivado solamente se forman dos esporas en el extremo de cada célula, de modo que cada espora tiene dos núcleos. No hace falta, en este caso, que se encuentren dos filamentos de clase diferente para producir los cuerpos fructíferos, pues los filamentos tienen ya dos núcleos.
En estos hongos, el conjunto de filamentos que penetra en la tierra, en las hojas muertas, etc., de que se alimentan, suele formar repetidamente cuerpos fructíferos, siendo él mismo perenne, es decir, que sobrevive de un año para otro. El conjunto de filamentos de este tipo, en los hongos, se llama *micelio.* El micelio permanente o perenne se presenta sobre todo en las especies que viven en la tierra (que es siempre rica en materia orgánica), y se puede utilizar para propagar los hongos, por simple plantación.

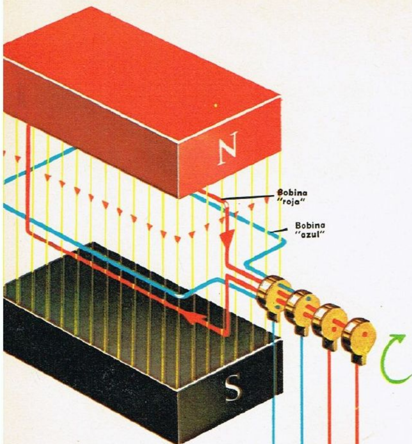
Esto es lo que ocurre en el llamado "blanco de hongo" —es sinónimo de micelio— que se emplea para la multiplicación de los hongos cultivados, y que no es otra cosa que el micelio prensado. Cuando el estiércol utilizado como base o sustrato para la plantación de los hongos está recorrido por el micelio, los cuerpos fructíferos se producen continuamente en la superficie, y son los que se recogen como setas comestibles (agáricos).

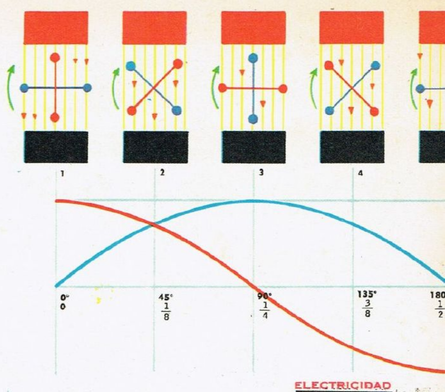


Los hongos de este grupo, que presentan pequeñas láminas debajo de la sombrilla, ofrecen una gran variedad de formas, algunas de las cuales son comestibles, mientras que otras contienen sustancias tóxicas más o menos activas, que pueden dar lugar, en ciertos casos, a accidentes graves. Algunos tienen forma de copa, como los *Lactarius, níscalos* o *mízcalo,* que tienen tubos especiales, donde se encuentra un líquido que mana cuando son cortados. Las *Russula sp.* tienen la parte superior del sombrerillo coloreada de forma variada y brillante. Entre las variedades venenosas que florecen en Europa se destaca la *Amanita phalloides,* de color blanquecino y forma que recuerda a la de la seta silvestre, y su próximo pariente, la *Amanita muscaria,* de la que se obtiene una cierta bebida que produce alucinaciones. Algunas especies del género *Rozites* son cultivadas por las hormigas en el interior de sus nidos, utilizando las hifas llenas de plasma como alimento.
Otros hongos de este grupo tienen numerosos orificios o poros en la parte inferior, en vez de laminillas. En este caso, las esporas se producen en la cubierta interna de los poros. De esta clase son muchos de los hongos que crecen sobre los árboles o sobre los troncos muertos. Algunas especies, como las del género *Merulius,* o seta de la madera, atacan las vigas y la armazón de madera de las casas, sobre todo en los sitios húmedos, produciendo daños. La madera se pudre, rompiéndose, trasversal y longitudinalmente, en fragmentos cúbicos. Las especies que viven sobre los troncos muertos contribuyen a la descomposición de éstos, y ayudan a la liberación de sustancias que son necesarias para otras plantas.



◀ Tricholoma sulphureum

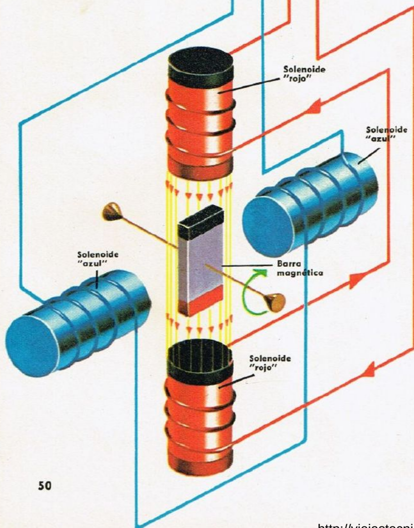


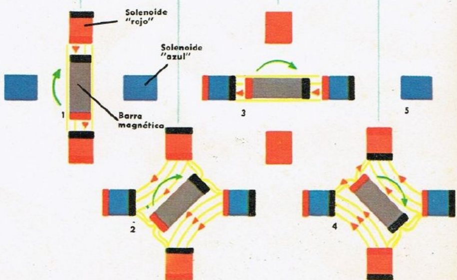


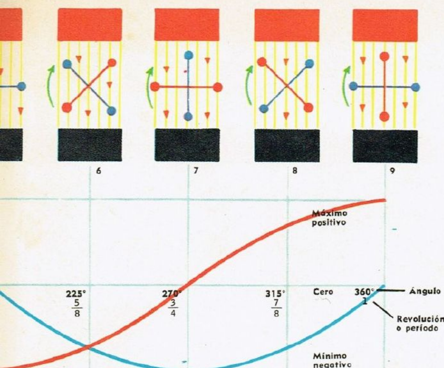
MOTOR SINCRÓNICO

La rotación de las espiras "roja" y "azul", en el campo de los imanes permanentes, produce corrientes eléctricas que activan los solenoides "rojos" y "azules". Los campos magnéticos de estos solenoides, que son giratorios y están desfasados 90°, hacen que gire, a su vez, la barra magnética.

En artículos anteriores, se ha visto cómo se genera una tensión alterna en una bobina que gira en un campo magnético. Si se montan dos bobinas iguales sobre el mismo eje, pero en ángulo recto entre sí, como se indica en la parte superior izquierda del esquema, y se hacen girar ambas a la vez dentro del campo magnético, se generarán o *inducirán* potenciales distintos en cada una. En el esquema se muestran nueve etapas de una revolución completa de las bobinas generadoras, e, inmediatamente debajo, se puede ver cómo varía la magnitud del potencial inducido para cada una de las mismas. Por ejemplo, cuando el potencial inducido en la bobina azul es cero, el potencial inducido en la roja será el máximo. Esto ocurre porque los costados de la espira azul se mueven paralelos a las líneas de fuerza y no hay variación en el flujo magnético que la atraviesa, mientras que el flujo magnético es cortado por la roja al máximo. Los potenciales inducidos en las dos





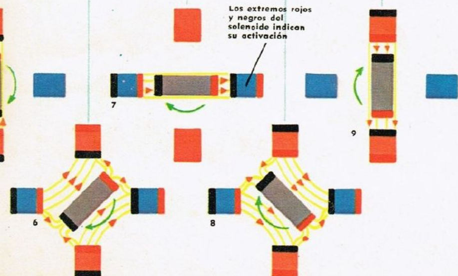


bobinas, en este caso, se dice que tienen una *diferencia de fase* de 90°. En otras palabras, el potencial en la bobina roja alcanza un valor dado (por ejemplo, el máximo positivo) ¼ de vuelta o *período* antes de que la azul alcance el mismo valor. Este montaje se llama *generador de dos fases* o *alternador bifásico*, con cada espira generando un potencial *desfasado* 90° con respecto al otro.

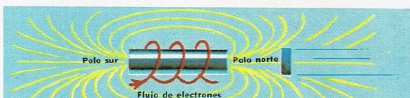
También se vio anteriormente que una bobina recorrida por una corriente eléctrica se comporta como si fuera una barra imantada. La fuerza del electroimán está determinada por el número de espiras de la bobina y la intensidad de la corriente que la recorre. La polaridad magnética depende del sentido en que pasa la corriente, situando el polo norte siempre en el mismo extremo de la bobina, para una misma dirección del paso de corriente. Sin embargo, si se pasa una corriente alterna por la bobina, la intensidad y polaridad del campo magnético que se produzca cambiará de acuerdo con los cambios de la corriente. En otros términos, cuando la corriente pase en una dirección, un extremo de la bobina actuará como polo norte y, cuando pase en la dirección contraria, el mismo extremo actuará como polo sur.

Veamos qué es lo que ocurre cuando un alternador bifásico se conecta a cuatro solenoides iguales, montados como se indica en la parte inferior izquierda del esquema. En este caso, los solenoides rojos están conectados en serie con la bobina roja del alternador, y los solenoides azules con la bobina azul. La barra imantada se coloca de manera que esté dentro de los campos magnéticos producidos por las espiras de los solenoides, y sujeta de tal modo que pueda girar libremente en el plano en que están los solenoides.

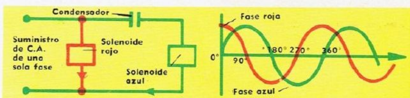
A medida que el alternador gire, aparecerán campos magnéticos en las espiras de los solenoides, y la magnitud del



campo, en cada una de ellas, dependerá de la corriente inducida por el alternador. Se pueden considerar nueve etapas diferentes, como se muestra en el esquema inferior. En la etapa *uno*, la intensidad de corriente en el circuito rojo será la máxima, porque la bobina roja del alternador es paralela al campo del imán alternador. El campo del solenoide rojo será el máximo y la polaridad será la indicada. Puesto que el potencial de la bobina azul es cero en este instante, la intensidad de corriente en el circuito azul será cero y, por consiguiente, también será cero el campo en el solenoide azul. La barra imantada tomará, por lo tanto, la posición indicada, con los polos opuestos enfrentados. En la etapa



Cuando se pasa una corriente eléctrica a través de un arrollamiento de alambre, se genera un campo magnético en el interior del mismo, y éste actúa como si fuera una barra magnética ordinaria. Este montaje se llama "solenoide". El campo magnético desaparece cuando se desconecta la corriente. El campo magnético se refuerza mucho, si en el interior del arrollamiento se coloca una barra de hierro dulce.



Hemos visto anteriormente que, cuando se aplica a un condensador un potencial alterno, la corriente está desfasada 90° con respecto al potencial aplicado. Esta característica se utiliza para producir las dos corrientes desfasadas necesarias para mover un motor. Los solenoides rojos, por ejemplo, se conectan directamente al suministro de C. A. monofásico, y los solenoides azules, con un condensador intercalado en serie. La corriente del circuito azul estará entonces fuera de fase con la del circuito rojo y, por lo tanto, se obtendrá un campo magnético rotatorio como antes. Este método de producir dos fases, a partir de una fase única, se utiliza comúnmente.

dos, los campos de los solenoides rojos y azules serán iguales, y la barra imantada se moverá hasta alcanzar la posición media que se indica. En la etapa *tres*, el campo de los solenoides rojos habrá disminuido hasta cero, pero el campo de los azules habrá alcanzado el máximo. Por lo tanto, la barra imantada se alineará según el eje de los solenoides azules. Así sucesivamente, a través de las nueve etapas, la barra magnética sigue fielmente la rotación de las espiras del alternador. Esto significa que el campo magnético que ha hecho girar la barra imantada ha seguido fielmente la rotación de las bobinas del alternador, de tal forma que se ha producido un campo magnético *rotatorio* por medio de cuatro solenoides *estacionarios*.

Puesto que el *rotor*, es decir, la barra magnética de un motor sencillo de corriente alterna (C. A.). gira simultáneamente, o exactamente *sincronizada* con la fuente de C. A., esta variedad de máquina se denomina motor *sincrónico*. En la práctica, se usan rotores electromagnéticos en vez de imanes permanentes. En este caso, la corriente continua para las espiras del rotor es suministrada por medio de *escobillas* y *anillos deslizantes*, parecidos a los utilizados para el alternador descrito.

ORDENACIÓN DE LOS ELEMENTOS

Uno de los principales objetivos de la ciencia es ordenar de un modo sistemático la información que se ha ido consignando como resultado de cuidadosos experimentos y de la observación paciente de los minerales y organismos vivos del universo.

El sistema por el que se clasifican en la actualidad los elementos químicos está basado en las investigaciones llevadas a cabo durante los últimos 50 años acerca de la estructura atómica de los distintos elementos. Sin embargo, Mendeleiev, Newlands y Lothar Meyer no tenían esta información cuando, hace 100 años, pretendieron clasificar los elementos.

La única base disponible en la que podían asentar una clasificación de éstos era el conocimiento que tenían de sus propiedades químicas; hay que reconocerles como un gran mérito el que sus experimentos y observaciones les permitieran hacer una clasificación tan exacta de los elementos.

La expresión *propiedades de un elemento* abarca muchos aspectos de su comportamiento: si es metal o no metal o metaloide, su resistencia al ataque por los ácidos y álcalis, los elementos a los que se une para formar compuestos y la naturaleza de los mismos, etc. Así, se dice que el sodio y el potasio tienen propiedades químicas parecidas: los dos son metales reactivos de baja densidad, que forman sales cristalinas semejantes con cloro y otros halógenos.

A principios del siglo XIX, comenzaron a aparecer algunas tablas de clasificación de los elementos. En 1800, solamente se habían aislado 33 elementos químicos, pero este número casi se dobló en los siguientes 60 años. Con el descubrimiento de nuevos elementos, se hizo patente que algunos estaban relacionados; especialmente, los metales alcalinos (litio, sodio y potasio) y los halógenos (flúor, cloro, bromo y yodo), puesto que los elementos de cada grupo tenían propiedades semejantes. Sin embargo, esta clasificación no daba entrada a todos los elementos. Esto se debía, en parte, a que algunos miembros de estas familias de elementos no habían sido aislados todavía y a que, en algunos grupos, las semejanzas entre los componentes es pequeña.

Era necesario, por lo tanto, conseguir medios más positivos de clasificación, basados en medidas que dieran valores numéricos. El descubrimiento y desarrollo de nuevas técnicas y materiales durante el siglo diecinueve contribuyó al perfeccionamiento de los aparatos científicos e hizo posible la obtención de resultados experimentales más exactos. Por ejemplo, antes de que comenzara a utilizarse el tubo de goma, en 1840, las conexiones entre las piezas de los aparatos tenían que hacerse con vidrio, porcelana, metal o fibras, de tal modo que las uniones presentaban fugas y los resultados eran poco seguros.

A medida que se fue disponiendo de mejores aparatos y de instrumentos más precisos, los químicos e investigadores en otras ramas de la ciencia pudieron ir extendiendo el campo de sus estudios, confirmando los conocimientos anteriores, y repitiendo las mediciones con el fin de obtener resultados más seguros y precisos.

En estas circunstancias, S. Cannizzaro, J. B. A. Dumas, J. S. Stas y otros, comenzaron, en 1850, a determinar de nuevo los *pesos atómicos* de los elementos conocidos. El peso atómico de un elemento es el número de veces que su átomo es más pesado que un átomo de hidrógeno. El patrón de pesos atómicos



S. Cannizzaro
(1826-1910)



J. B. A. Dumas
(1800-1884)



J. S. Stas
(1813-1891)

Con la obtención de valores más exactos para los pesos atómicos de los elementos conocidos, Cannizzaro, Dumas y Stas prepararon el camino para que Mendeleiev clasificara los elementos.

se ha modificado, desde entonces. En la actualidad, todas las medidas son relativas al peso atómico del isótopo 12 del carbono, cuyo valor es de 12 unidades de masa exacta.
Un químico industrial británico, llamado John Newlands, se dio cuenta, al estudiar los valores revisados de los pesos atómicos, que había una cierta correlación entre los pesos atómicos y las propiedades químicas de los elementos. En 1865 ordenó los elementos conocidos según el orden ascendente de sus pesos atómicos, y advirtió que "el elemento octavo, establecido a partir del considerado como número uno, era una especie de repetición del primero". Así, pues, en su tabla, el flúor era el Nº 8, el cloro el Nº 15, y el bromo el Nº 29. Newlands comparó esta repetición con las octavas de la escala musical, y este principio, que relacionaba la repetición periódica de elementos semejantes, recibió el nombre de *ley de las octavas*.
En 1869 publicaron independientemente dos tablas periódicas bastante parecidas un químico ruso, llamado Dimitri Ivanovich Mendeleiev, y otro alemán, Julius Lothar Meyer. Los dos ordenaban los elementos, de acuerdo con sus pesos atómicos, de manera parecida a como lo había hecho Newlands, y los dos tuvieron la perspicacia de reconocer la posibilidad de que hubiera elementos que todavía no habían sido descubiertos. De acuerdo con esto, dejaron huecos en la tabla para los elementos desconocidos, y, de este modo, pudieron acomodar, en la misma columna, elementos con propiedades parecidas. En su estructura, la tabla moderna es muy parecida a la que hizo Mendeleiev en 1869. Los elementos estaban ordenados en columnas cortas, de tal forma que los de características semejantes se agrupaban unos debajo de otros.
Mendeleiev dejó huecos en la tabla para los nuevos elementos, lo que le permitió deducir sus propiedades más importantes a partir de las características de los elementos adyacentes en la tabla. Como ocurre con frecuencia con las ideas nuevas, los químicos no dieron demasiado crédito a esta clasificación. Su actitud cambió cuando se descubrió el elemento galio, en 1875, y se comprobó que tenía las propiedades que Mendeleiev había predicho.
Las dos primeras filas de la tabla de Mendeleiev eran casi iguales a las de la tabla moderna, excepto en que los gases nobles no se habían descubierto (cuando éstos se descubrieron se les colocó en el Grupo O). Había siete elementos en cada período.

1	2	3	4	5	6	7
Li	Be	B	C	N	O	F
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl



La clasificación periódica hecha por D. Mendeleiev es la base de la química inorgánica moderna

Hay grandes semejanzas en las propiedades químicas de las parejas verticales de elementos. A lo largo de las filas horizontales (o períodos) hay un cambio gradual en las propiedades de los elementos, desde los metales alcalinos, en el extremo izquierdo, a los halógenos, en el derecho (por ejemplo, los primeros son metales reactivos, mientras que los segundos son no-metales reactivos). Se ve que, en casi todos los casos, el número que figura sobre cada columna es igual a una de las valencias de los elementos en dicha columna o grupo, aunque ésta no sea la valencia predominante. Así, el cloro tiene valencia uno, como el ácido clorhídrico (ClH), pero se conoce un óxido (heptóxido de cloro Cl_2O_7) en el que el cloro tiene valencia siete. (Se comprende ahora que el hidrógeno ha sido ignorado, porque se parece tanto al litio como al cloro.)
El tercer período y los siguientes eran un problema mayor para Mendeleiev. Por ejemplo, en el tercer período, había 14 elementos conocidos entre los dos halógenos próximos (cloro y bromo) y entre los dos metales alcalinos (potasio y rubidio). Esto dio lugar a la primera de las llamadas series largas, que contienen 18 elementos. Este tercer período contiene el trío hierro, cobalto y níquel, llamados *elementos de transición*, que se asignaron al grupo 8. Los dos primeros elementos y los cinco últimos tenían propiedades muy parecidas a los elementos correspondientes (siete en total) en el segundo período (corto), pero los otros no se se asemejaban tanto. Sin embargo, este período se escribió como si se tratara de dos períodos cortos.

1	2	3	4	5	6	7		8	
K	Ca	(Sc)	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni
Cu	Zn	(Ga)	(Ge)	As	Se	Br			

El cuarto período, el segundo largo, es parecido a éste.
Un problema mayor fue el de encontrar lugar en esta tabla para un grupo de 15 elementos muy parecidos, conocidos como *tierras raras*. Estos elementos existen en cantidades muy pequeñas en la *monacita* y otros minerales, y tienen propiedades químicas parecidas a las del aluminio. Basándose en sus pesos atómicos, que van de 138 a 175, aproximadamente, deberían aparecer en el quinto período. Algunos de estos elementos ya se conocían cuando Mendeleiev hizo su tabla, pero el último (el elemento radiactivo prometio) se obtuvo, artificialmente, en 1945. Excepto para los 13 ele-

mentos de las tierras raras, que con frecuencia se colocan en un solo espacio, este quinto período es similar a los otros dos períodos largos anteriores.

El último período, el sexto, está incompleto todavía. Todos sus elementos son radiactivos, y sólo unos pocos existen de modo natural; sin embargo, en los últimos años se ha obtenido artificialmente un cierto número de ellos por bombardeo nuclear. Los elementos, desde el número 89 en adelante, se consideran como iguales en su constitución a las tierras raras, y en las tablas se colocan en un espacio. En todo caso, interesan más a los físicos nucleares que a los químicos.

Uno de los problemas que tuvo que afrontar Mendeleiev, cuando ordenó su tabla, fue la discrepancia entre los pesos atómicos del yodo y del teluro. Basándose en sus propiedades químicas, el yodo (peso atómico 126,9) debería estar debajo del bromo, en el grupo siete de la tabla, mientras que el elemento teluro, ligeramente más pesado (peso atómico 127,6), debería estar delante, es decir, en el grupo sexto, debajo del selenio. La acción de Mendeleiev de trasponer el yodo y el teluro estaba plenamente justificada, como lo han probado las posteriores investigaciones sobre la estructura atómica.

Se ha demostrado, como consecuencia de los trabajos de H. G. I. Moseley y otros, que el número atómico (es decir, el número del elemento en la tabla de pesos atómicos crecientes, a partir del hidrógeno) corresponde al número de protones, cargados positivamente, que hay en el núcleo, y al número de electrones, cargados negativamente, que lo rodean. El núcleo de todos los átomos, excepto el del hidrógeno, contiene también neutrones que no tienen carga, pero que tienen el mismo peso que los protones. El peso atómico de un elemento es numéricamente igual a la suma de los protones y neutrones que hay en el núcleo. Así, pues, como hay 9 protones y 10 neutrones en un átomo de flúor, su peso atómico es 19. Los pesos atómicos que no son números enteros se deben a la existencia de dos o más isótopos del elemento. Éstos tienen el mismo número de protones en el núcleo atómico, pero números diferentes de neutrones.

La composición de las capas o anillos de electrones que giran alrededor del núcleo se ha tenido en cuenta para agrupar los elementos en la tabla. En los dos primeros períodos la capa electrónica más externa es la que está incompleta, y se va llenando a medida que aumenta el número atómico. Se sabe que los elementos de transición en el período tercero y cuarto tienen las penúltimas capas incompletas. Los elementos de las tierras raras son tan parecidos porque tienen las tres capas más externas con espacios vacíos.

1 H · 2 He
3 Li · 4 Be · 5 B · 6 C · 7 N · 8 O · 9 F · 10 Ne
11 Na · 12 Mg · 13 Al · 14 Si · 15 P · 16 S · 17 Cl · 18 A
19 K · 20 Ca · 31 Ga · 32 Ge · 33 As · 34 Se · 35 Br · 36 Kr
Sc · Ti · V · Cr · Mn · Fe · Co · Ni · Cu · Zn
37 Rb · 38 Sr · 49 In · 50 Sn · 51 Sb · 52 Te · 53 I · 54 Xe
Y · Zr · Nb · Mo · Tc · Ru · Rh · Pd · Ag · Cd
55 Cs · 56 Ba · 81 Tl · 82 Pb · 83 Bi · 84 Po · 85 At · 86 Rn
La · Ce · Pr · Nd · Pm · Sm · Eu · Gd · Tb · Dy · Ho · Er · Tm · Yb · Lu
Hf · Ta · W · Re · Os · Ir · Pt · Au · Hg
87 Fr · 88 Ra
Ac · Th · Pa · U · Np · Pu · Am · Cm · Bk · Cf · Es · Fm · Md · No · Lw

TABLA MODERNA DE PESOS ATÓMICOS APROXIMADOS

Número atómico	Elemento	Símbolo	Número de protones	Número de neutrones	Peso atómico
1	hidrógeno	H	1	0	1,0
2	helio	He	2	2	4,0
3	litio	Li	3	4	6,9
4	berilio	Be	4	5	9,0
5	boro	B	5	6	10,8
6	carbono	C	6	6	12,0
7	nitrógeno	N	7	7	14,0
8	oxígeno	O	8	8	16,0
9	flúor	F	9	10	19,0
10	neón	Ne	10	10	20,2
11	sodio	Na	11	12	23,0
12	magnesio	Mg	12	12	24,3
13	aluminio	Al	13	14	27,0
14	silicio	Si	14	14	28,1
15	fósforo	P	15	16	31,0
16	azufre	S	16	16	32,1
17	cloro	Cl	17	18	35,5
18	argón	A	18	22	39,9
19	potasio	K	19	20	39,1
20	calcio	Ca	20	20	40,1
21	escandio	Sc	21	24	45,0
22	titanio	Ti	22	26	47,9
23	vanadio	V	23	28	50,9
24	cromo	Cr	24	28	52,0
25	manganeso	Mn	25	30	54,9
26	hierro	Fe	26	30	55,8
27	cobalto	Co	27	32	58,9
28	níquel	Ni	28	30	58,7
29	cobre	Cu	29	34	63,5
30	cinc	Zn	30	34	65,4
31	galio	Ga	31	38	69,7
32	germanio	Ge	32	42	72,6
33	arsénico	As	33	42	74,9
34	selenio	Se	34	46	79,0
35	bromo	Br	35	44	79,9
36	criptón	Kr	36	48	83,8
37	rubidio	Rb	37	48	85,5
38	estroncio	Sr	38	50	87,6
39	itrio	Y	39	50	88,9
40	zirconio	Zr	40	50	91,2
41	niobio	Nb	41	52	92,9
42	molibdeno	Mo	42	56	95,9
43	tecnecio	Tc	43	56	(99)
44	rutenio	Ru	44	58	101,1
45	rodio	Rh	45	58	102,9
46	paladio	Pd	46	60	106,4
47	plata	Ag	47	60	107,9
48	cadmio	Cd	48	66	112,4
49	indio	In	49	66	114,8
50	estaño	Sn	50	70	118,7
51	antimonio	Sb	51	70	121,8
52	teluro	Te	52	78	127,6
53	yodo	I	53	74	126,9
54	xenón	Xe	54	78	131,3
55	cesio	Cs	55	78	132,9
56	bario	Ba	56	82	137,3
57	lantano	La	57	82	138,9
58	cerio	Ce	58	82	140,1
59	praseodimio	Pr	59	82	140,9
60	neodimio	Nd	60	82	144,2
61	prometio	Pm	61	86	(147)
62	samario	Sm	62	90	150,4
63	europio	Eu	63	90	152,0
64	gadolinio	Gd	64	94	157,3
65	terbio	Tb	65	94	158,9
66	disprosio	Dy	66	98	162,5
67	holmio	Ho	67	98	164,9
68	erbio	Er	68	98	167,3
69	tulio	Tm	69	100	168,9
70	iterbio	Yb	70	104	173,0
71	lutecio	Lu	71	104	175,0
72	hafnio	Hf	72	108	178,5
73	tantalio	Ta	73	108	180,9
74	volframio	W	74	110	183,9
75	renio	Re	75	112	186,2
76	osmio	Os	76	116	190,2
77	iridio	Ir	77	116	192,2
78	platino	Pt	78	117	195,1
79	oro	Au	79	118	197,0
80	mercurio	Hg	80	122	200,6
81	talio	Tl	81	124	204,4
82	plomo	Pb	82	126	207,2
83	bismuto	Bi	83	126	209,0
84	polonio	Po	84	125	(209)
85	astatino	At	85	125	(210)
86	radón	Rn	86	136	(222)
87	francio	Fr	87	136	(223)
88	radio	Ra	88	138	(226,0)
89	actinio	Ac	89	138	(227)
90	torio	Th	90	142	(232,0)
91	protactinio	Pa	91	140	(231)
92	uranio	U	92	146	(238,0)
93	neptunio	Np	93	144	(237)
94	plutonio	Pu	94	150	(244)
95	americio	Am	95	148	(243)
96	curio	Cm	96	151	(247)
97	berkelio	Bk	97	152	(249)
98	californio	Cf	98	151	(249)
99	einstenio	Es	99	155	(254)
100	fermio	Fm	100	153	(253)
101	mendelevio	Md	101	155	(256)
102	nobelio	No	102	152	(254)
103	laurencio	Lw	103	154	(257)

NOTAS:

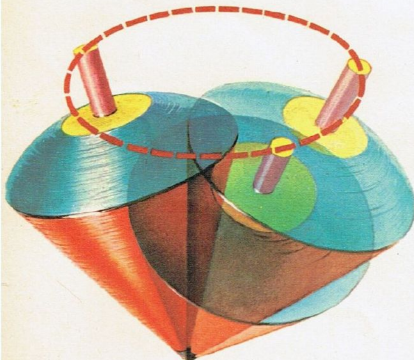
(a) Los pesos atómicos (entre paréntesis) de los elementos radiactivos son los de los isótopos más estables del elemento en cuestión.

(b) Cuando existe naturalmente más de un isótopo de un elemento estable, se da la composición del núcleo (número de protones y neutrones) del isótopo más abundante. (Todos los isótopos de un elemento dado están constituidos por el mismo número de protones y electrones; solamente varía el número de neutrones.)

PRECESIÓN DEL EJE DE LA TIERRA

La Tierra gira como un trompo sobre su eje (una recta trazada entre los polos norte y sur), y tarda alrededor de 24 horas en completar una revolución. Al mismo tiempo, se mueve a través del espacio, en un viaje anual alrededor del Sol. Una de las características especiales de nuestro planeta consiste en que el eje alrededor del cual gira no es perpendicular al plano de su órbita solar, sino que presenta una inclinación de 23,5° con respecto a la vertical.

El tiempo que la Tierra en rotación tarda en recorrer una órbita alrededor del Sol es de un "año". Pero hay diferentes clases de años. Un *año tropical* es el tiempo que tarda la Tierra en volver de un equinoccio al mismo equinoccio, o de un solsticio al mismo solsticio. Los equinoccios son los dos puntos de la órbita de la Tierra en los que la inclinación de ésta es paralela a la del Sol, y los días y las noches tienen una misma duración en todas partes. Los solsticios son los dos puntos de la órbita de la Tierra en los que el polo norte está dirigido hacia el Sol, o



En el año 2000, el eje de la Tierra estará exactamente dirigido a la estrella Polar.

En la actualidad, el eje de la Tierra casi señala la Estrella Polar.

El eje de la Tierra tarda unos 25.800 años en describir un círculo completo.

▲ El eje del globo que gira describe un doble giro, a medida que efectúa su precesión en dirección opuesta al giro de la Tierra. Tarda, aproximadamente, 25.800 años en realizar una revolución completa. En la figura no se han tenido en cuenta los efectos ondulatorios de la nutación.

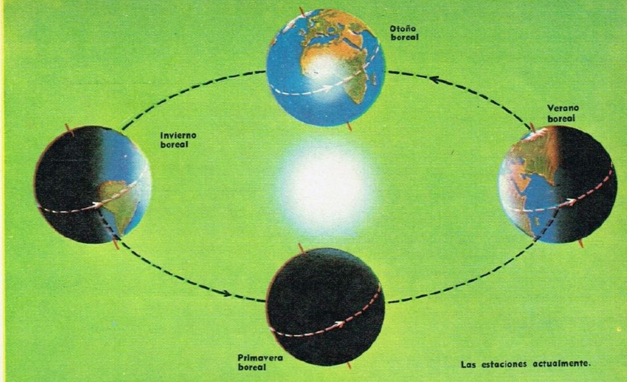
◀ El eje de un trompo, al girar, tiene un movimiento de precesión como el de la Tierra, aunque hay entre ellos una diferencia importante. En el caso del trompo, el eje "precede" en la misma dirección del giro. En la Tierra, la precesión es en sentido opuesto a la del giro. Esto se debe a que las fuerzas de torsión que actúan sobre ambos son opuestas.

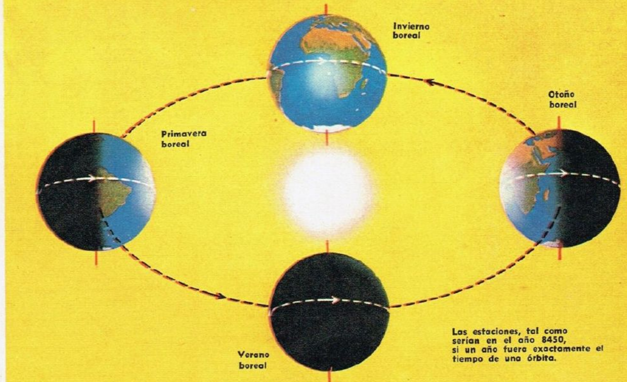
en la posición opuesta, dando lugar a los días más largos y las noches más cortas, o viceversa, según el hemisferio.

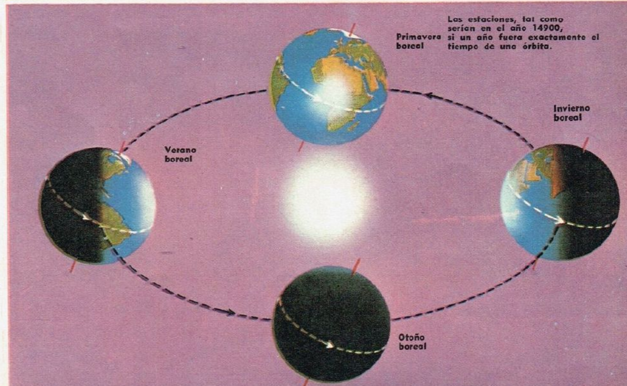
El *año sideral*, por su parte, es el tiempo que tarda la Tierra en girar alrededor del Sol y regresar al punto de partida, medido por las estrellas. Ya en el año 125 a. C., el astrónomo griego Hiparco se dio cuenta que los dos intervalos de tiempo no son iguales. El año tropical es 20 minutos más corto que el año sideral. En otras palabras, la posición de los equinoccios no permanece fija entre las estrellas, sino que "precede" al tiempo esperado. La razón de la *precesión de los equinoccios* es la precesión del eje de la Tierra. Si suponemos que el centro de la Tierra está fijo, entonces el eje norte-sur gira lentamente en la dirección opuesta a la rotación de la Tierra para *barrer* un doble cono. Durante todo el tiempo, mantiene un ángulo constante de inclinación de 23,5° con respecto a la vertical. El eje tarda unos 25.800 años en dar un giro completo y, aunque esto parezca mucho tiempo, significa que el polo norte (suponiéndolo fijo en la Tierra) se mueve unos 3 metros por día. En la actualidad, un extremo de la Tierra (el polo norte) señala casi directamente a *Polaris*, la estrella polar. En el año 2000, señalará exactamente a la estrella polar. En el año 14000, la estrella que indicará el polo norte será Vega, y, hacia el año 28000, Polaris será, de nuevo, la estrella polar. Como los polos giran inclinados, las constelaciones visibles desde los dos hemisferios cambian. Por ejemplo, en el año 4000, la Cruz del Sur era visible desde la posición en que hoy se encuentra Nueva York, y hoy no puede verse desde allí.

El círculo que describe el eje de la Tierra no es perfecto, sino que describe en el espacio una curva ondulada. Este segundo efecto se llama *nutación* y aparece siempre que hay precesión. Un trompo en movimiento es un ejemplo de precesión y nutación, ya que muy pocas veces gira derecho y, normalmente, lo hace inclinado, y su eje describe lentamente un círculo irregular. Sin embargo, la precesión del eje de la Tierra se debe a causas distintas a las que producen la precesión del eje del trompo. En este último, una fuerza de torsión se establece a consecuencia del peso del trompo, que actúa hacia abajo, y la reacción del suelo igual y contraria. La reacción hacia arriba tiende a desplazar el trompo de la posición vertical. La Tierra también se ve obligada al movimiento de precesión por una fuerza de torsión, pero ésta es producida por causas diferentes de las que operan en el trompo. La Tierra es más abultada en el ecuador, y, debido a la inclinación del eje, este abultamiento no está en el plano de la órbita de la Tierra alrededor del Sol.

Por lo tanto, la atracción del Sol, debida a la gravitación, tiende a tirar del abultamiento para llevarlo al plano de la órbita, y la atracción de la Luna produce un efecto semejante. Ésta es la fuerza de torsión que causa la precesión del eje de la Tierra en dirección contraria a la de rotación sobre sí misma. La precesión del eje de la Tierra, y la consiguiente precesión de los equinoccios, quiere decir que, en menos de 13.000 años, las estaciones serán al revés que ahora, debido a la inclinación contraria a la actual del eje de la Tierra; o mejor dicho, serán al revés, de acuerdo con las estrellas. Si midiéramos el tiempo por años siderales, que representan una órbita real, el hemisferio sur tendría entonces las estaciones en la época del año en que las tiene ahora el hemisferio norte y viceversa.







De arriba a abajo, figuras que muestran el efecto de la precesión del eje de la Tierra sobre las estaciones.

EXTRACCIÓN DEL COBRE

El cobre es uno de los pocos *elementos* que se encuentran en la corteza terrestre como tales. Sin embargo, aunque los cristales nativos de cobre tienen interés para los geólogos, no se presentan en cantidad suficiente para tener importancia desde el punto de vista comercial. La mayor parte del cobre se encuentra en forma de minerales, en los cuales está combinado casi siempre con hierro y azufre. Esto no sorprende porque el cobre, el hierro y el azufre fueron arrojados conjuntamente desde el núcleo fundido de la Tierra, abriéndose camino a través de las grietas de las rocas y penetrando con frecuencia en los poros de las mismas. Los principales yacimientos de cobre del mundo se encuentran en EE. UU., Rodesia del Norte, Chile y Canadá. Anualmente se funden alrededor de 3,5 millones de toneladas de cobre, de las cuales más del 25 % se obtiene de la purificación de cobre ya usado. El resto se obtiene de los minerales. El que más se usa es la calcopirita, que contiene alrededor del 34 ½ % de cobre, si está puro. Sin embargo, debido a todas las impurezas que van mezcladas con el mineral, éste, normalmente, no contiene más que un 1 % o 2 % de cobre. Minerales más ricos de cobre pueden tener hasta un 5 %.

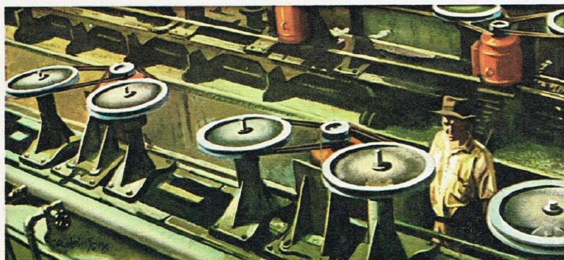
La mayor parte de la minería del cobre se hace introduciendo a bastante profundidad barrenos y construyendo túneles a través de las vetas del mineral. El uso de explosivos es bastante frecuente para desprender bloques de mineral, que muchas veces se tritura antes de sacarlo a la superficie. A veces, el mineral está tan cerca de la superficie que se puede obtener en minas abiertas, en las que basta arrancar la capa de rocas que lo cubre para llegar, inmediatamente, hasta el mineral.

Algunos minerales oxidados y de baja calidad no se extraen metalúrgicamente por minería, sino que el cobre que contienen se saca por disolución. Se añade ácido diluido al mineral; una vez escurrido éste, se recoge. Posteriormente, el líquido se coloca en grandes tinas con trozos de hierro. El hierro pasa a la disolución y el cobre se deposita. Luego, éste se refina.

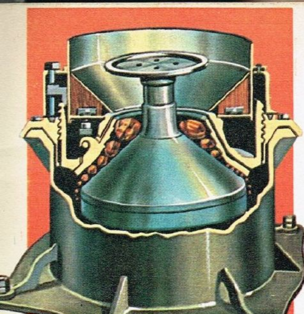
Los sulfuros que provienen de las minas contienen tan gran cantidad de ganga y un porcentaje tan pequeño de mineral útil, que es preciso separarlos, antes de emplearlo. El mineral se machaca entre las poderosas mandíbulas de trituradoras gigantes, hasta convertirlo en pedazos de unos 13 cm., y se pasa a través de un tipo de tamiz, llamado "criba", para eliminar los fragmentos pequeños que no necesitan una trituración ulterior. Los trozos de 13 cm. se convierten en secciones de unos 4 cm. en trituradoras cónicas. Éstas son unos recipientes muy fuertes de acero, con forma de pera, dentro de los cuales hay un enorme mazo que, al girar, tritura el mineral. El mazo está muy separado de la pared en la parte superior del recipiente, y muy próximo a la parte inferior. De este modo, los pedazos de mineral que van cayendo desde la parte superior se machacan contra las paredes y se van haciendo más pequeños, a medida que descienden. Por trituración posterior, en otras trituradoras del mismo tipo, se consiguen pedazos de 1,25 cm. de tamaño. Finalmente, se reducen a polvo en un molino de bolas. Éste consiste en un tambor giratorio, que contiene en su interior muchas bolas de acero, las cuales, con el giro del tambor, bombardean y muelen el mineral.

Las partículas de mineral se pueden separar de las impurezas por *flotación*. En el agua las partículas de impurezas van al fondo, mientras que el mineral, gracias al tratamiento a que es sometido, flota. Para que el mineral flote, se añade al agua aceite de pino y se agita luego con objeto de producir espuma. El mineral útil es arrastrado por la espuma, que va siendo recogido, mientras que las impurezas descienden al fondo. El agua se limpia y se vuelve a usar. El mineral de cobre *concentrado* se filtra, quedando listo para su extracción por fundición. Con frecuencia, esta concentración contiene también oro y plata. El tratamiento del mineral, a partir de este punto, depende de sus características: los minerales constituidos de cobre nativo, óxidos y carbonatos, se pueden fundir sin más tratamiento, pero los concentrados que contienen azufre y hierro han de ser *tostados* previamente. El tostado, que se efectúa en un horno, sirve para secar el mineral y eliminar parte del azufre en forma de anhídrido sulfuroso. El polvo caliente que resulta de este tratamiento se llama calcinado. Es una mezcla de sulfuro de cobre, sulfuro de hierro y óxido de hierro.

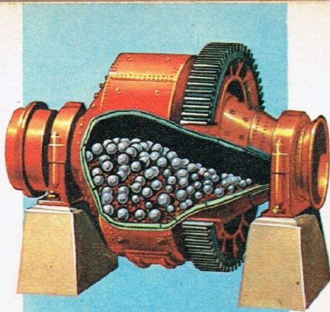
Fundición. — El objeto de la fundición consiste en separar los constituyentes



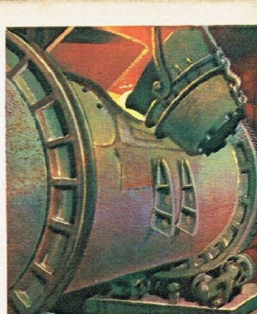
Celdas de flotación, en las que el mineral se separa de los materiales inútiles. El mineral flota en la espuma y el barro se hunde.



Triturador cónico, en el que se trituran masas de mineral de 13 cm. hasta reducirlas a unos 4 cm.

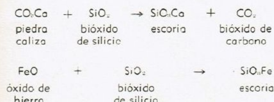


Molino de bolas. El bombardeo de las bolas de acero, pulveriza el mineral.



Convertidor, en el que se separa el cobre de sus componentes.

térreos inútiles. Se utiliza para esto la piedra caliza, debido a que se combina con la tierra para formar la escoria. También se produce la reacción entre el óxido de hierro y el bióxido de silicio de la tierra.



$$CO_3Ca + SiO_2 \rightarrow SiO_3Ca + CO_2$$

piedra caliza — bióxido de silicio — escoria — bióxido de carbono

$$FeO + SiO_2 \rightarrow SiO_3Fe$$

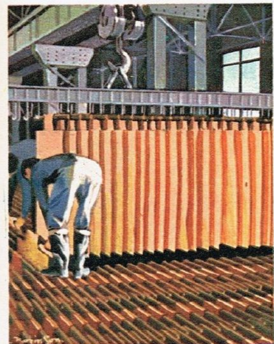
óxido de hierro — bióxido de silicio — escoria

La fundición se efectúa casi siempre en hornos recubiertos de ladrillos refractarios, calentados con carbón, petróleo o gas, siendo algunos eléctricos. En los métodos más recientes, sin embargo, se utiliza el calor que desprenden las mismas reacciones químicas. Esto se conoce con el nombre de *fundición instantánea*. En ella, el calcinador seco es introducido en el horno mediante chorros de aire u oxígeno. El calor de la reacción es suficiente para que dé comienzo la reacción de la carga que se ha introducido. Los líquidos del horno se separan en dos capas. La escoria flota sobre la capa semifundida, que contiene el cobre. La escoria se extrae de vez en cuando.

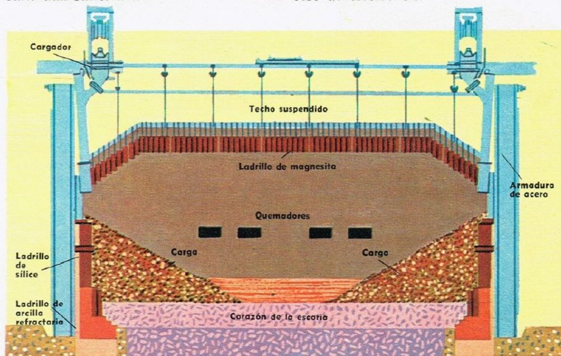
El material semifundido se pasa con un cucharón a un *convertidor*, en el cual se libera el cobre. Se insufla aire a presión a través del material semifundido, que es una mezcla de sulfuros de cobre y de hierro. El azufre se elimina con el aire en forma de anhidrido sulfuroso, que es un gas, y el hierro se separa en forma de escoria, por adición de arena. Aunque el aire que se insufla es aire frío, el material semifundido no se enfría, pues el calor que suministran las reacciones químicas contrarresta su efecto. Después de varias horas de tratamiento con aire, se cuela el cobre y se obtienen unas tortas con ampollas, conocidas con el nombre de *cobre ampollado*. Aunque la pureza del cobre ampollado es superior al 98 %, no resulta aún suficiente.

Se realiza un refinado posterior antes de entrar en procesos fabriles. Al cobre fundido se le insufla más aire, con objeto de oxidar y eliminar otras impurezas, tales como el arsénico. En el curso de esta operación, parte del cobre se oxida también y tiene que ser convertido en cobre de nuevo por la acción reductora de unos trozos de madera que se introducen en el horno. El cobre fundido es colado de nuevo para formar bloques, que ahora reciben el nombre de ánodos, porque son conectados como tales, en el refinado, por *electrólisis*.

El tanque electrolítico se llena con una disolución ácida de sulfato de cobre, siendo utilizadas como cátodos planchas de cobre puro. Por la acción de la corriente continua, el cobre que se encuentre en el ánodo pasa a la disolución y se deposita en el cátodo, sin que lo hagan las impurezas, que forman un barro viscoso debajo del ánodo. Con frecuencia, el oro y la plata que contiene este barro compensan el costo del proceso de electrólisis.



Tanque electrolítico donde se purifica el cobre.



Corte de un horno de fundición.

ENRIQUE BECQUEREL

Antonio Enrique Becquerel nació en París, en 1852, y pertenecía a una familia de grandes científicos. Tanto su abuelo como su padre habían sido, sucesivamente, profesores de física en el Museo de Historia Natural de París. Cuando se decidió que Enrique debería seguir también una carrera científica, no podía suponerse que con sólo unas pocas semanas de trabajo, a principios de 1896, llegaría a descubrir la radiactividad. Este descubrimiento, junto con otros, provocó una revolución en la física, que ha tenido grandes consecuencias para el mundo moderno.



Becquerel (1852-1908), el físico francés que descubrió la radiactividad.

En 1878, cuando tenía 26 años, Enrique era ayudante en el Museo, donde llevó a cabo muchos experimentos, en colaboración con su padre, que por aquel tiempo había sido nombrado profesor de física. Parte de este trabajo le sirvió para conseguir 10 años después el grado de doctor.

Durante casi todo este tiempo, se dedicó a investigar la absorción de luz por cristales, los efectos del magnetismo sobre rayos luminosos y la fosforescencia de sulfuros y compuestos de uranio.

En el año 1895, Enrique Becquerel sucedió a su padre como profesor de física en el Museo; era también, al mismo tiempo, profesor de física en el Conservatorio de Artes y Oficios de París. Ya en esta fecha, se le consideraba un físico extraordinario; pero el descubrimiento que había de hacerlo famoso no se produjo hasta los meses de enero y febrero de 1896. Hasta entonces, Becquerel había proseguido sus experimentos sobre la fosforescencia; pero, en los primeros días de 1896, recibió la noticia de que Röentgen había descubierto que los rayos X excitaban fluorescencia en algunas sustancias. Becquerel decidió inmediatamente comprobar si las sustancias fosforescentes emitían rayos semejantes a los rayos X, colocando las sustancias sobre una placa fotográfica envuelta en papel negro opaco, y exponiendo el conjunto a la luz del sol. Solamente cuando usaba sales de uranio pudo observar un velado en la placa; esto demostraba que sólo estas sales emitían radiaciones.

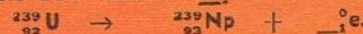
Fue entonces cuando Becquerel, casi por casualidad, llegó a la conclusión de que esas radiaciones eran de origen desconocido.

Debido a que el tiempo estaba nublado, Becquerel guardó todo su material en un cajón, en espera de que se presentara un día soleado. A título de comprobación, reveló la placa fotográfica guardada, y encontró que aparecía velada, a pesar de que la sal de uranio no podía haber sido excitada, ya que había estado varios días en la oscuridad. Para ver si el efecto dependía de que las sales de uranio hubieran estado anteriormente expuestas a la luz del sol, Becquerel preparó a continuación estas sales en la oscuridad. El resultado que consiguió fue el mismo; el velado no se debía a la fosforescencia.

En trabajo posterior, comprobó que aquellos rayos que acababa de descubrir podían atravesar placas metálicas, y que, con menor intensidad, velaban las placas fotográficas. También comprobó Becquerel que todas las sales de uranio, y el propio metal, emitían constantemente aquellos rayos invisibles. Había descubierto que el uranio es *radiactivo*. Ahora se sabe que Becquerel descubrió un tipo de radiactividad —la radiación beta—, que está constituida por electrones que a gran velocidad abandonan la posición normal en su órbita alrededor del núcleo en los átomos de uranio.

La forma de radiactividad que descubrió Becquerel es la radiactividad de los "rayos beta". Los rayos beta son flujos de "partículas beta" o electrones. Cuando un átomo pierde una partícula beta, uno de los "neutrones" del núcleo se convierte en un "protón" cargado positivamente. A consecuencia de esto, la "carga total" del núcleo y su "número atómico" aumentan en una unidad, produciéndose un átomo de un elemento distinto.

Por ejemplo, el uranio de "peso atómico" 239 y número atómico 92, se convierte en un átomo de Neptunio de peso atómico 239 y número atómico 93, al perder una partícula beta (escrita $_{-1}^{0}e$).

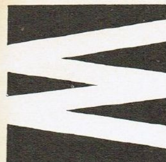


$$^{239}_{92}U \rightarrow {}^{239}_{93}Np + {}_{-1}^{0}e.$$

En unas seis semanas, Becquerel reunió suficientes pruebas, como para poder dar cuenta de su descubrimiento, de la radiactividad espontánea (o natural) a la Academia de Ciencias de París, lo que hizo en febrero de 1896. A partir de entonces, Pedro y María Curie comenzaron sus trabajos sobre los elementos radiactivos, en estrecha colaboración con Becquerel; en 1903, éste recibió un premio Nobel y Pedro y María Curie compartieron otro.

Actualmente, se cree que Becquerel descubrió la radiactividad casualmente, pero es más exacto decir que él estaba buscando algo tan parecido a ésta que, tarde o temprano, tenía que descubrirla. Fue un científico tan grande que rápidamente se dio cuenta de la importancia de sus hallazgos.

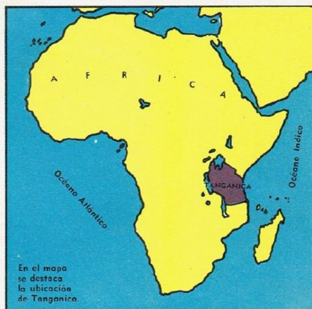
Enrique Becquerel, después de realizar nuevos trabajos importantes sobre radiactividad, murió en Croissic, en Bretaña, en 1908; y siempre será recordado, utilizando las palabras de la concesión de su premio Nobel, en 1903, "por el descubrimiento de la radiactividad espontánea".



NUEVAS REALIDADES, NUEVOS TÉRMINOS

NUEVO FÓSIL HUMANO

El doctor Leakey, un antropólogo británico, ha hecho público en la National Geographic Society, en Washington, en abril de 1964, el hallazgo de un nuevo fósil humano en Tanganica, el **homo habilis**, en el mismo sitio donde descubrió también, hace cinco años, otro nuevo fósil humano, el **hombre de Zinj**.
El hallazgo de este ser humano, que vivió en África hace más de 18 millones de años, ha originado una revisión en los conceptos de cómo empezó la raza humana.
Según su descubridor, el nuevo hombre, llamado **homo habilis**, vivió cerca de otro hombre también descubierto por él, el **Zinjanthropus bonei,** ambos en la actual Tanganica. De muchos de los fósiles humanos descubiertos hasta ahora, se creía que eran etapas en la línea directa del hombre actual, aunque nuevos descubrimientos han sugerido que algunos de ellos no son sino ramas del mismo árbol que ha producido al hombre.
El **homo habilis** se asemeja en muchos aspectos al hombre moderno. Parece, según esto, que la naturaleza ha ensayado diversos tipos de hombre. A partir de un mismo antepasado han seguido diversos caminos de evolución: algunos se han quedado en monos, otros han llegado a **Homo**, y otros, como el **Zinjanthropus** y otros **Australopithecus,** se han acercado bastante al hombre, pero no están directamente relacionados con él.
Por aquella época, probablemente, vivieron juntos en la misma área diversos tipos de hombre, de la misma manera que hoy día viven gorilas y chimpancés.
Evidentemente, el **Zinj** siguió por otro camino evolutivo, y después de muchos años se extinguió, mientras que el **homo** sobrevivió y empezó a emigrar, desde África, a nuevos territorios en Europa y Asia.
Este antepasado nuestro tenía una altura de 1 a 1,40 metros, aunque ya caminaba erecto. Su cráneo, aunque pequeño, tenía la forma muy similar a la del hombre actual. Pese a ser menos corpulento que el **Zinj**, probablemente los dos vivían en buena armonía, pues mientras que éste era vegetariano, el **homo habilis** comía carne.



En el mapa se destaca la ubicación de Tanganica.

CUADRO DE LOS DESCUBRIMIENTOS MÁS IMPORTANTES EN ANTROPOLOGÍA

EDAD EN AÑOS	PERIODO GEOLÓGICO	NOMBRE CORRIENTE	NOMBRE CIENTÍFICO	LUGAR DEL DESCUBRIMIENTO
30.000	Final del Pleistoceno	Hombre de Cromagnon	**Homo sapiens**	Francia
35-40.000	Final del Pleistoceno	Hombre de Florisbad	**Homo sapiens**	Sudáfrica
40-50.000	Final del Pleistoceno	Hombre de Rodesia	**Homo sapiens rodesiensis**	Norte de Rodesia
30-60.000	Final del Pleistoceno	Hombre de Neanderthal	**Homo sapiens neanderthalensis**	Europa Oeste de Asia
250.000	Principio del Pleistoceno	Hombre de Pekín	**Homo erectus (Sinanthropus)**	China
450-600.000	Principio del Pleistoceno	Hombre de Java	**Pithecanthropus**	Trinil, Java
600.000	Principio del Pleistoceno	Hombre de Java	**Homo erectus (Pithecanthropus robustus)**	Djetis, Java
?	Principio del Pleistoceno	Hombre de Skirkfontein	**Australopithecus africanus**	Transvaal Sudáfrica
?	—	Hombre de Kromdraai	**Australopithecus (Parathropus) robustus**	Transvaal Sudáfrica
1.750.000	Principio del Pleistoceno	—	**Australopithecus (Zinjanthropus) bosei**	Garganta de Olduvai Tanganica
800.000-1.820.000	Principio del Pleistoceno	—	**Homo habilis**	Garganta de Olduvai Tanganica



CORREO DE LECTORES

Néstor M. Gorojovshy. — ¿Qué es el ACTH?
De todas las glándulas que producen hormonas, la más importante es la pituitaria. Su tamaño es el de un guisante. Está suspendida en el centro del cerebro, lo que sugiere que éste la controla directamente, aunque no se comprenda, hasta hoy, cómo se lleva a cabo dicho control. Lo que sí está establecido es que las hormonas producidas por esta glándula controlan el crecimiento, desarrollo sexual, reproducción y, en un grado importante, las respuestas del cuerpo a la fatiga y enfermedad. En la mayoría de los casos este control se lleva a cabo en dos etapas: las hormonas producidas por la pituitaria regulan la salida de hormonas de otras glándulas como el tiroides, los ovarios, etc.
La pituitaria produce siete hormonas que están dadas en la tabla adjunta:



CORREO DE LECTORES

Comunique sus dudas u objeciones a **TECNIRAMA,** a la dirección del distribuidor en su país. No olvide indicarnos cuáles son los temas de lectura que prefiere.

ACTH	hormona	adrenocortitrópica
FSH	,,	estimuladora de los folículos
GH	,,	del crecimiento
ICSH	,,	estimuladora de las células intersticiales
LTH	,,	lactogénica
MSH	,,	estimulante de los melanocitos
TSH	,,	estimulante del tiroides

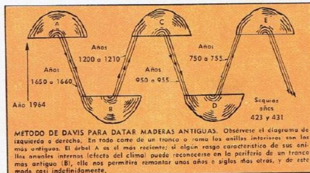
Las dos más importantes son la hormona del crecimiento (GH) y la hormona adrenocortitrópica (ACTH), también conocida como corticotropina. La MSH controla el oscurecimiento de la piel y actúa directamente sobre las células en diversas partes del cuerpo. En general, estas hormonas actúan sobre órganos específicos del cuerpo, estimulándolos. La molécula de ACTH actúa sobre la glándula adrenal. Esta glándula es unas diez veces mayor que la glándula pituitaria, y produce dos clases de hormonas. La médula o parte interna hace la **adrenalina** y la **noradrenalina**, que prepara el cuerpo en caso de emergencia. La corteza o parte externa produce una variedad de hormonas esteroides, como la corticosterona, el cortisol y la aldosterona. La glándula adrenal está situada encima de cada uno de los riñones.
El ACTH es una proteína. Está compuesto de aminoácidos. Éstos son compuestos sencillos, y los más corrientes son unos 20. Se pueden considerar como las letras del alfabeto: según las que se escojan y el orden en que se pongan, salen diversas palabras. Estas moléculas de proteínas suelen estar compuestas de diverso número de aminoácidos.

¿ES POSIBLE CONVERTIR LOS METALES EN ORO?

A. T. C. Como usted sabe, éste fue uno de los temas de trabajo preferido por los alquimistas de la Edad Media que buscaron en vano la piedra filosofal.
En la actualidad el trasformar los metales en plata es una mera utopía, aunque teóricamente la posibilidad no repugna con los conocimientos de la química atómica moderna.
En algunos artículos de TECNIRAMA sobre isótopos usted habrá podido observar que es posible trasformar un elemento en otro. Para ello basta bombardear el núcleo con neutrones. Cuando cambia el número atómico cambia el elemento.
Sin embargo, este cambio sólo se ha podido realizar entre elementos muy cercanos y en condiciones especialísimas

PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR LA EDAD DE LA MADERA

U. M. G. La base del procedimiento Davis para determinar la edad de las maderas antiguas es muy sencilla. Se sabe que los anillos anuales de un tronco reflejan las oscilaciones climáticas de la época en que se formaron. Por ejemplo una gran sequía se traduce en anillos más delgados, como ocurre (años 423 y 431) en el célebre ejemplar de Pueblo, del laboratorio de Tucson.
Supongamos un árbol derribado en 1964 a los cuatrocientos años de edad. Se pueden contar sus anillos desde la periferia al centro y llegar, pongamos por caso, hasta el año 1600. Pero los que corresponden a 1652 y 1659 son muy característicos. Si luego se examina una madera trabajada hacia 1670 y que por lo tanto comenzó a crecer hacia 1200, quizás identifiquemos los anillos "1652" y "1659", internos en el primer árbol y periféricos en el segundo. Entonces podremos, yendo hacia el centro del espécimen más antiguo, contar e identificar más años y así sucesivamente con otros ejemplares de madera.
En la práctica se efectúan minúsculos orificios en los muebles antiguos y se estudian las virutas. Merced a trabajos sistemáticos se reunió, en Arizona y Estocolmo, xilotecas de millones de ejemplares; éstas son también archivos cartográficos de climas por región, año, temperatura, frecuencia de las lluvias, alternación de días nubosos y soleados, etc.
Se emplean microscopios especiales que cuentan y caracterizan automáticamente las capas, registran su espesor con una precisión superior a 1/100 de milímetro y elaboran una síntesis matemática con carácter indicativo.



MÉTODO DE DAVIS PARA DATAR MADERAS ANTIGUAS. Obsérvese el diagrama de izquierda a derecha. En todo corte de un tronco o rama los anillos interiores son los más antiguos. El árbol A es el más reciente; si algún rasgo característico de sus anillos anuales internos (efecto del clima) puede reconocerse en la periferia de un tronco más antiguo (B), ello nos permitirá remontar unos años o siglos más atrás, y de este modo casi indefinidamente.

Y PARA CONCLUIR...

NO TODOS SABEN QUE...

Una explosión de 100 kilotones puede demoler unos 15 millones de metros cúbicos de roca, por menos de 1 millón de dólares. ● Los estados de energía alta que poseen los átomos y las moléculas en la atmósfera superior son debidos a absorción de radiación de gran energía que proviene del Sol. ● Se necesita una tonelada de agua para producir medio kilo de azúcar refinado en Hawaii. ● El **ultrasonógrafo,** un aparato que utiliza ondas de una frecuencia ultraelevada, se puede usar para diagnosticar las caries dentales en sus primeras etapas. ● Se ha construido una memoria electrónica que opera en 100 nanosegundos, el tiempo en que la luz recorre 30 metros. ● El nilón es fabricado actualmente en 120 fábricas en 38 países. ● En los Estados Unidos mueren anualmente de 6.000 a 7.000 niños menores de 15 años, debido a accidentes que tienen lugar dentro de su casa. ● Un nuevo instrumento mide la temperatura del cerebro con ondas sonoras. ● La **elipsometría** es una técnica de gran sensibilidad para explorar nuevas áreas en química y física de superficies. ● Muestras de **sangre** congelada se han intercambiado entre los Estados Unidos y Rusia. ● El **retinoblastoma,** un cáncer del ojo, es uno de los cánceres más comunes que afectan a los niños. ● Hay más de 17 millones de personas, en los Estados Unidos, que necesitan ayuda en **problemas mentales,** y sólo la reciben 2 millones. ● Se ha sugerido que las pinturas de animales del **hombre primitivo** eran un intento mágico de devolver la vida a las bestias, que murieron, en gran cantidad, al final de la edad del hielo.

FRASE DE LA SEMANA

Dijo Bernard Shaw: "Las opiniones se convierten en cosas de cuidado cuando a los hombres les da por obrar según ellas."

PRECIOS DE VENTA (Rigen también para los números atrasados)

ARGENTINA,	Pesos	35.—	ECUADOR,	Sucres	6.—	*HONDURAS,	Lempiras	0,60	PERÚ,	Soles	10.—
*COLOMBIA,	Pesos	3.—	*EL SALVADOR,	Colones	1.—	*MÉXICO,	Pesos	3,50	*PUERTO RICO,	Dólares	0,30
*COSTA RICA,	Colones	2.—	ESPAÑA,	Pesetas	18.—	*NICARAGUA,	Córdobas	2.—	*R. DOMINICANA,	Pesos	0,30
*CHILE,	Escudos	1.—	*GUATEMALA,	Quetzales	0,30	*PANAMÁ,	Balboas	0,30	URUGUAY,	Pesos	4,50
									*VENEZUELA,	Bolívares	1,50

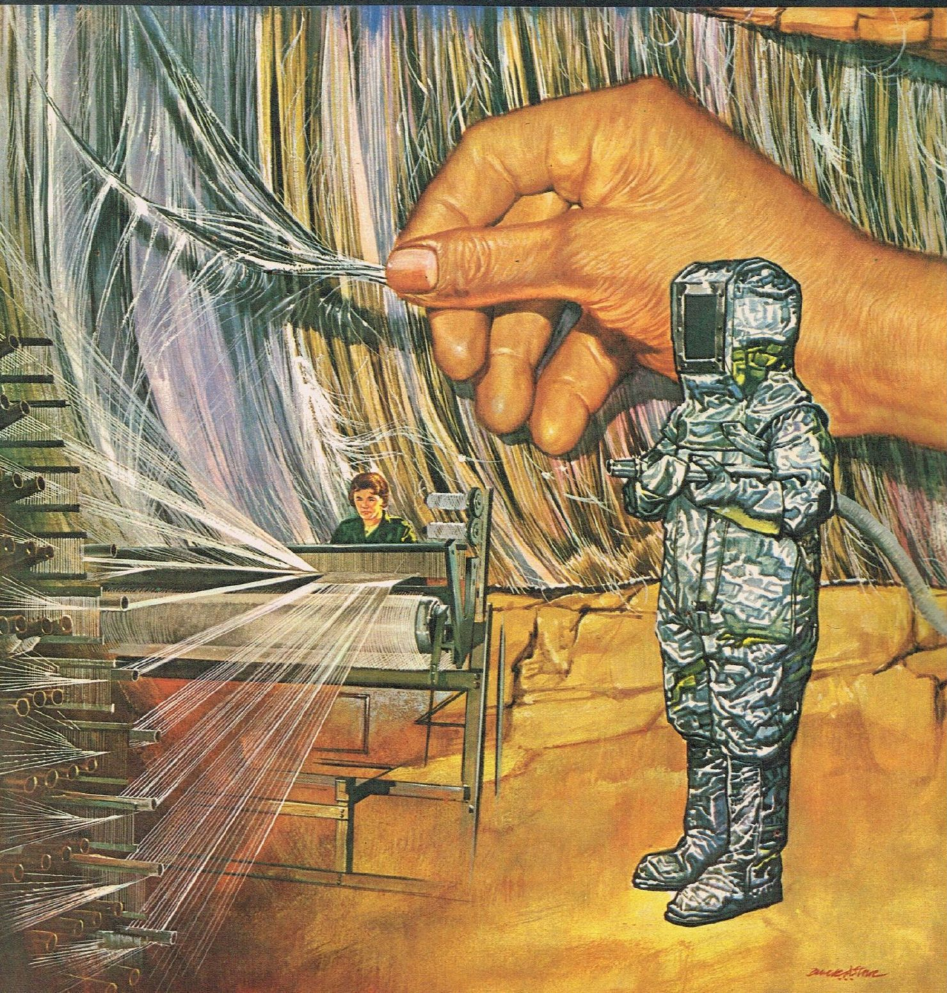
Aparece todas las semanas

* Distribución a partir del 2 de noviembre de 1964.

Nº 56

tecnirama

ENCICLOPEDIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA ®



SUPERVISOR CIENTIFICO DE LA VERSION CASTELLANA:
Jesús MORCILLO RUBIO, doctor en ciencias y catedrático de la Universidad de Madrid.

AUTORES CONSULTADOS SOBRE TEMAS ESPECIALES DE ESTE NÚMERO: J. BENAIGAS (C. S. I. C., Madrid), historia del amianto. M. W. ZEMANSKY (College of City New York), el paralelogramo de fuerzas. J. FUSET TUBIA (Universidad de Barcelona), la vida en el mar. F. W. LEARS (M. I. T.), el motor de inducción. A. VIAN (Universidad de Madrid), la purificación de las aguas residuales. W. WATSON (Royal College of Science, Londres), el motor de inducción. J. EGGERT (Universidad de Berlín), Bohr y su modelo atómico. L. T. TROLAND (Technicolor Motion Pictures), el cine sonoro. L. HOCK (Universidad de Giessen), Bohr y su modelo atómico. E. JIMENO (Universidad de Madrid), el mercurio. J. TEMPLADO (Departamento de Faunística, C. S. I. C., Madrid), simbiosis.

TECNIRAMA ®, Enciclopedia de la ciencia y la técnica de hoy, es una obra sistemática que se publica en forma de semanario encuadernable. Una vez eliminadas las cubiertas de los ejemplares, las páginas interiores numeradas forman un curso progresivo. Dichos fascículos se coleccionan cómodamente en prácticas tapas-libro para trece números cada una, que aparecen trimestralmente e incluyen los índices temáticos y alfabéticos completos del tomo.

Publicada en Argentina por
EDITORIAL CODEX S.A.
BOLÍVAR 578 BUENOS AIRES

AÑO II
TOMO V
Nº 56

SUMARIO

Distribuidores, agentes de suscripciones y venta de ediciones anteriores: ARGENTINA: Distribuidora Universal S.R.L., Brandsen 1868, Buenos Aires. **COLOMBIA:** Editorial Publex Colombiana, Carrera 7ª Nº 13-58, Bogotá. **COSTA RICA:** Carlos Valerín Sáenz y Cía., Apartado 1924, San José. **CHILE:** Cía. Chilena de Ediciones S.A., Santo Domingo 1175, Santiago. **ECUADOR:** Muñoz Hnos., Bvard. 9 de Octubre 732, Guayaquil. **EL SALVADOR:** Librería Hispanoamérica, Emilio J. Simón y Cía., 1ª calle Oriente y 4ª Avenida Norte, San Salvador. **ESPAÑA:** Distribuidora Europea de Publicaciones (DISEUROPA), Córcega 414, Barcelona. **GUATEMALA:** De La Riva Hnos., 9ª Avenida 10-34, Guatemala. **HONDURAS:** Librería Navarro, Calle Real, Comayagüela DC. **MÉXICO:** Distribuidora Publex S.A. (DISPLUBEX), Dir. responsable Marcial Frigolet Lerma, Bolívar 154, México, D.F. **NICARAGUA:** Ramiro Ramírez Valdez, Avda. Bolívar Sur 302 A, Managua. **PANAMÁ:** José Menéndez, Apartado 2052, Panamá. **PERÚ:** Central Peruana de Publicaciones S.A., Avda. Bolivia 154, Lima. **PUERTO RICO:** Matías Photo Shop, Fortaleza 200, San Juan. **REPÚBLICA DOMINICANA:** Librería Dominicana, Mercedes 49, Santo Domingo. **URUGUAY:** Distribuidora Paysandú S. A., Luis P. Ponce 1432, Montevideo. **VENEZUELA:** Distribuidora Guaicaipuro C. A., Principal a Santa Capilla 4, Caracas.

TEMA DE LA CUBIERTA

HISTORIA DEL AMIANTO.—El amianto puede separarse en fibras lo bastante largas para ser tejidas. Una vez triturado el mineral y recogidas las fibras por aspiración, se cardan y se tejen para formar revestimientos aislantes y muy resistentes al calor.

Correo Argentino Central B	TARIFA REDUCIDA
	CONCESIÓN Nº 7271

Imprimió Cía. Fabril Financiera Iriarte 2035 Bs. As. Argentina

NOTICIAS DE HOY

Nuevo método para detectar neutrinos. — Los neutrinos son las partículas elementales más difíciles de detectar, ya que no poseen carga eléctrica ni masa observable. Un nuevo método de detección de neutrinos procedentes del Sol está siendo puesto a punto por el Dr. R. Davis en el Brookhaven National Laboratory (EE.UU.). Unos 450.000 litros de percloroetileno puro (uno de los líquidos empleados en la limpieza en seco) serán los encargados de atrapar los neutrinos. Aunque las interacciones de estas partículas con la materia son muy infrecuentes, en el percloroetileno se producirán, según los cálculos realizados, entre 4 y 11 interacciones diarias. Al desintegrarse un átomo radiactivo, los neutrinos son arrojados del núcleo con la velocidad de la luz. En las reacciones nucleares que tienen lugar en el Sol y en las estrellas, se producen billones de neutrinos. Se cree que éstos reaccionarán con los átomos de cloro del percloroetileno para producir argón 37, cuya cantidad podrá fácilmente ser determinada.

El océano avanza lentamente sobre la tierra. — Experiencias procedentes de 44 estaciones, situadas a lo largo de las costas de los EE.UU., han confirmado el hecho de que el mar avanza sobre la tierra. En puntos de la costa, el nivel del mar ha subido algo más de 20 cm. en el último cuarto de siglo. El motivo principal de esta elevación de nivel es debido, sin duda, al hecho de que los glaciares polares se están fundiendo lentamente, dando lugar a verdaderos ríos, cuyas aguas van a sumarse a la del océano. Parece ser que la Tierra está atravesando un período relativamente cálido, aunque en los últimos 5 a 10 años la recesión de los glaciares está teniendo lugar con mucha mayor lentitud. En este sentido, los oceanógrafos han notado que la razón de crecimiento del nivel del mar ha sufrido una paralela disminución en los últimos años.

NOTICIAS DE MAÑANA

EVOLUCIÓN DEL CONSUMO EN FRANCIA

	1950 %	1960 %	1970 %
Alimentación	41,9	36,8	28,9
Vestido	12,1	12,2	12,1
Vivienda	15,5	16,4	17,7
Higiene - Salud	7,5	9,9	12,9
Trasportes - Telecomunicación	6,1	7,8	10,2
Cultura	7,4	8,0	9,1
Hoteles, cafés, etc.	9,5	8,9	9,1

De la tabla anterior se desprende que, en el futuro, el francés medio gastará un porcentaje menor en comer e invertirá más en vivienda, salud, trasportes y cultura, lo que evidentemente supondrá un mayor nivel de vida.

Cómo se puede influir en la coloración de las flores. — La coloración de la mayoría de las flores es producida por una pigmentación llamada antocianina (colores rojos y azules) y flavenos (colores amarillos). Una gran parte de la variedad de colores de las flores depende de que la materia colorante esté en un medio ácido, neutro o alcalino. Por ejemplo, la rosa roja contiene sal de oxonio de la cianidina y la centáurea azul contiene las sales metálicas de la misma (principalmente la sal potásica, al lado de las sales amónicas, cálcicas y sódicas). Por todo ello, para obtener variedades de rosas con distintos colores, se han hecho crecer rosas en medios sintéticos, cuya composición se puede variar. Se ha observado así que, si la composición del medio es deficiente en carbohidratos, las rosas toman un color más pálido; si la cantidad absoluta de sodio y potasio aumenta, las rosas son más oscuras. Pero un hecho más importante es que si la relación sodio/potasio disminuye, las rosas toman un color azulado, mientras que disminuye la intensidad del componente rosa. Por esto se puede pensar en la posibilidad de conseguir la "rosa azul", una de las metas que intenta alcanzar la floricultura en su deseo de producir cada día nuevas variedades.


Crisotilo o mineral del amianto blanco


Crocidolita o mineral del amianto azul


Amosita

HISTORIA DEL AMIANTO

El amianto es conocido por el hombre desde hace por lo menos 2.500 años. A causa de su singular resistencia al fuego, se atribuían a esta sustancia propiedades mágicas. Se dice que el emperador Carlomagno demostró sus poderes sobrenaturales arrojando al fuego un mantel de amianto que recuperó intacto.
La resistencia al fuego es la propiedad que más llamaba la atención de los antiguos, pero no es la única cualidad del amianto, que ha probado ser enormemente apto en aplicaciones industriales. Es un excelente aislante del calor, del sonido y de la electricidad, y su naturaleza fibrosa permite que se pueda trabajar para elaborar telas para trajes, etc. Mezclado con otros materiales como el cemento proporciona un excelente material de construcción. El amianto es flexible, resistente a los ácidos y a los álcalis y no se deteriora con el tiempo.
Hablar solamente de "amianto" no es precisar mucho, pues el amianto no es una sustancia única. Hay muchas variedades de él, y cada variedad posee en distinto grado las propiedades ya indicadas.
El valor comercial del amianto depende grandemente de dos cualidades: su incombustibilidad y su singular estructura fibrosa. La última permite separarle en fibras o filamentos que, en la variedad usada con más frecuencia, poseen una gran resistencia a la tracción y son muy flexibles.

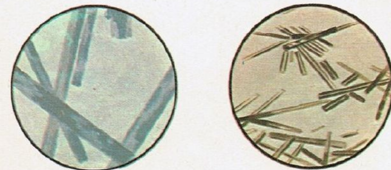

La roca que contiene los minerales de amianto se pica o se vuela de la cantera. Aquí se están preparando perforaciones (a menudo, de 5 a 10 metros de largo), para colocar las cargas explosivas subterráneas.

YACIMIENTO Y ORIGEN

El amianto, tal como se encuentra en la naturaleza, es una roca, tan sólida y densa como el granito. Se encuentra subterráneamente en vetas delgadas, incluidas en rocas que tienen una composición química parecida.
Incluso hoy día no hay una idea clara de cómo el amianto se formó en la corteza terrestre. La teoría más generalizada es la de que la roca subterránea se transformó por la acción del agua caliente, que contenía sales disueltas y anhídrido carbónico. Al producirse grietas en la roca, éstas se llenaron de agua, y, durante largos períodos de tiempo, ocurrieron reacciones químicas, que dieron lugar a capas gelatinosas que eventualmente cristalizaron para formar el mineral, fibroso y estrechamente empaquetado, que hoy día conocemos.

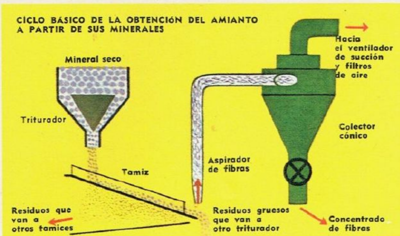
VARIEDADES DE AMIANTO

El nombre de amianto, en una acepción amplia, puede darse a todo mineral natural capaz de ser manejado o transformado en fibras. Hay, por lo menos, treinta tipos distintos de minerales que forman lo que se llama el *grupo asbestiforme*, y que tienen grandes semejanzas, pero solamente seis poseen importancia comercial. En orden de importancia, son: el *crisotilo* o amianto blanco, la *crocidolita* o amianto azul, la *amosita*, *antofilita*, *tremolita* y *actinolita*. Se dividen en dos grupos principales: los amiantos de *crisotilo* (o serpentina) y los amiantos *anfibólicos*. Las diferencias entre los distintos tipos provienen de la roca o matriz donde el amianto se encuentra. Desde el punto de vista químico, son complicados silicatos de magnesio que, generalmente, contienen uno o varios de los siguientes metales: sodio, aluminio, hierro y calcio.


Fotografías de crisotilo (a la derecha) y de fibras anfibólicas (a la izquierda), aumentadas 80.000 veces con el microscopio electrónico.

CRISOTILO

Es la variedad más importante de mineral de amianto, y constituye el 80 ó 90 por ciento de la producción mundial. Se encuentra principalmente en Canadá, en la U.R.S.S. y en Rodesia del Sur. Su color varía desde el blanco puro hasta el verde grisáceo, dependiendo de las impurezas que contenga.
El crisotilo no se altera a temperaturas de hasta 450 ó 500 grados, en que empieza a perder agua estructural. Sus fibras resisten la acción de los álcalis, pero no la de los ácidos, y los ácidos minerales fuertes las disuelven completamente.
Algunas fibras de crisotilo tienen hasta ocho centímetros de longitud, aunque la mayoría están por debajo de los cuatro centímetros. Son fuertes y flexibles, trabajándose con facilidad, probablemente a causa de las cantidades de talco que se encuentran en ellas.
Estas propiedades, juntamente con su resistencia, longitud y mala conductividad eléctrica (gran resistencia al paso de la corriente), lo hacen muy adecuado para la manufactura de amianto textil. Cuando se muele la roca, el amianto se descompone en fibras, y la parte de roca adyacente se pulveriza. De esta forma, ambos se separan fácilmente. Frotando la superficie de la roca, pueden obtenerse fibras extremadamente finas, que, de hecho, son haces de fibras todavía más finas, las cuales pueden separarse a mano. Incluso esas fibras pueden subdividirse a su vez. Con el microscopio electrónico han podido medirse los diámetros de las fibras más finas, que son del orden de dos millonésimas a veinte millonésimas de centímetro. Las fibras que se usan en la práctica son mucho más gruesas. Los estudios modernos con el microscopio



electrónico sugieren que las fibras de crisotilo son huecas, a pesar de que los tubos pueden estar rellenos de material menos cristalino, pero con la misma composición química. Esto serviría de explicación al hecho de que las fibras sean suaves, elásticas y absorbentes. Su resistencia a la tensión es muy grande; por término medio, del orden de la de una cuerda de acero para piano del mismo diámetro, aunque se han obtenido valores de resistencia doble.

AMIANTOS ANFIBÓLICOS

Los amiantos que derivan de este grupo se diferencian de los del crisotilo por su mayor riqueza en sílice, hierro, aluminio, sodio y calcio. Sin embargo, contienen menos magnesio. Cada uno de ellos incluye dos o más de esos metales en diferentes proporciones. La *crocidolita*, que tiene un color azul peculiar, y la *amosita*, que varía desde el blanco al pardo amarillento, son las variedades más importantes. Ambos son silicatos de hierro; el primero contiene dos tipos de hierro y sodio, y el segundo, hierro ferroso y magnesio.

La *crocidolita* posee magníficas propiedades de resistencia al calor, semejantes a las del crisotilo. Los amiantos anfibólicos son más ásperos al tacto y, por consiguiente, más difíciles de trabajar, y menos aptos para la fabricación de tejidos, a pesar de que sus fibras son más largas y que su resistencia a la tracción es grande (mayor que la de las cuerdas de acero para piano). La propiedad más importante de la crocidolita es su resistencia al ataque por los ácidos.

La crocidolita se encuentra principalmente en Sudáfrica, pero también hay grandes yacimientos en Bolivia y en Australia.

La amosita se encuentra solamente en Sudáfrica. La resistencia a la tensión es mediana, pero, para algunas aplicaciones, su resistencia al calor resulta superior a la del crisotilo o la crocidolita. Sus fibras pueden tener hasta 30 centímetros de largo, y se usa principalmente para la fabricación de aislantes térmicos.

Dado que la amosita es menos flexible y tiene menor resistencia a la tracción que el crisotilo y la crocidolita, sus aplicaciones son bastante limitadas.

Las fibras de los amiantos anfibólicos no sólo son más largas que las del amianto blanco, sino también más gruesas (de 400 a 100 milésimas de centímetro, en vez de dos millonésimas de centímetro). Son sólidas, y, por lo tanto, duras y elásticas, pero quebradizas.

MINERÍA Y TRATAMIENTOS

La mayoría de las rocas que contienen los minerales del amianto se explotan relativamente cerca de la superficie, por lo que esta minería resulta relativamente económica y sencilla, en comparación con la minería profunda. Con frecuencia, las explotaciones están al descubierto. A veces, sin embargo, se practican túneles en el frente de la roca, y el mineral se saca en vagonetas. El mineral bruto, con grandes cantidades de ganga, se pica o se dinamita de la roca, de forma parecida a como se hace con el carbón, y se separa provisionalmente a mano. La roca acompañante se tira y el material se lleva al grupo separador donde se extraen las fibras largas.

Éstas forman el 3 % del mineral extraído, y son susceptibles de ser tejidas. El resto se tritura y se pasa por tamices. Los residuos se aventan para recuperar las pequeñas cantidades de amianto que puedan quedar. La producción de fibra es pequeña: una tonelada de fibra por cada ocho o hasta treinta toneladas de roca triturada.

La fibra de amianto separada por los tamices se lleva a un molino que funciona como un mortero, y a continuación se pasa a un molino de alta velocidad, donde las fibras se separan aún más.

APLICACIONES DEL AMIANTO

Las fibras largas usadas para tejer reciben un tratamiento más cuidadoso para separar las longitudes desiguales, los fragmentos de roca y las fibras no abiertas. A continuación se cardan, se bobinan y se tejen o trenzan. Generalmente se refuerzan con alguna fibra vegetal o, en algunos casos, con finos hilos de metal.

El tejido de amianto tiene muchas aplicaciones industriales. Se usa en revestimientos aislantes de muchas clases, para juntas y protecciones de calderas. Para estos revestimientos, la cubierta exterior de tejido de amianto se rellena de fibra suelta del mismo material. Los revestimientos están solamente extendidos y tensados, de forma que pueden quitarse fácilmente cuando hay que hacer reparaciones o para su manejo.

Los trenzados de amianto tienen usos muy variados en la industria para empaquetamientos y juntas, especialmente para máquinas de vapor y para bombas. Su resistencia al calor y su larga duración les hace excelentes para tales aplicaciones. Otra aplicación de relieve es en los frenos y embragues, donde las propiedades importantes son las de la resistencia y no alteración por el calor. La lisura del amianto permite que la pieza giratoria encaje sin vibración ni desgaste. La mayoría de las camisas anti-fricción se fabrican con tejido de amianto o se moldean con fibras o resina de este material.

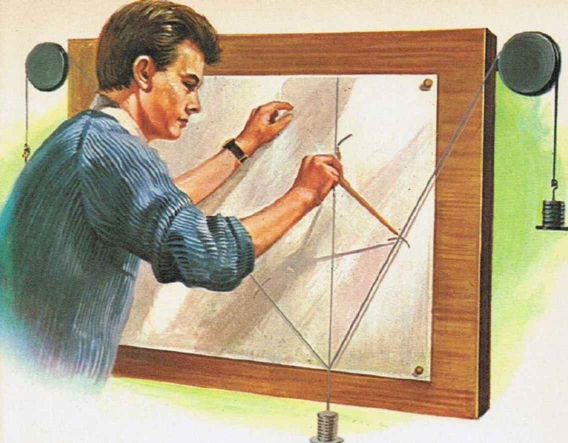
Las fibras cortas de amianto son la mayor parte de las obtenidas en la mina y se usan para hacer tableros y objetos prensados. Hay una demanda creciente de fibrocemento (cemento con fibras de amianto) en la industria, especialmente en la de la construcción. Se usa para cubiertas de tejados y paredes, para edificar depósitos y hangares, así como para compartimientos. Los productos de fibrocemento moldeado se usan en la construcción de canales, desagües, tuberías, depósitos, tubos para cables y acequias. Los tubos subterráneos de fibrocemento de gran diámetro se fabrican con destino a aprovisionamientos de aguas, cloacas y drenaje.

La fibra de amianto puede también esparcirse sobre objetos, especialmente si se desea protección contra el fuego. Cuando la fibra se mezcla con un líquido, cada haz de fibras absorbe cierta cantidad de éste. Esta propiedad hace posible el pegarla sobre estructuras de acero, por ejemplo, o sobre la parte inferior de los pisos, para evitar que las llamas puedan extenderse a otras habitaciones.

El amianto de usa también mucho en el aislamiento del sonido. El amianto esparcido o pegado en las superficies es especialmente útil. Como material absorbente del sonido, se usa en las salas de cine o de conciertos, para eliminar las superficies que reflejan el sonido produciendo eco.

El amianto esparcido se aplica también a superficies frías donde, de otra forma, se acumularía la humedad. El amianto esparcido disminuye el enfriamiento de la capa de aire próxima a la superficie (por ejemplo, en un techo) y, de esta manera, evita la condensación.





EL PARALELOGRAMO DE FUERZAS

Si se atan dos pesos a los extremos de una cuerda liviana, que pase por dos poleas bien engrasadas, y se coloca un tercer peso de magnitud similar en el punto medio de dicha cuerda, el sistema así formado se pondrá en movimiento y, en unos segundos, encontrará su *posición de equilibrio*. Cuando el sistema está en reposo, es decir, cuando alcanza su posición de equilibrio, la fuerza que ejerce la gravedad sobre el peso central es igual a la suma de las tensiones de las dos cuerdas que lo sujetan.

Si la polea está bien engrasada, la tensión de la cuerda que pasa por ella es igual al peso que cuelga verticalmente de su extremo. Así, la tensión de la cuerda que pasa por la polea situada a la izquierda del esquema es de 150 gramos (150 gp.), ya que dicha cuerda soporta un peso de 150 gp. Del mismo modo, la tensión en la cuerda que pasa por la polea de la derecha es de 250 gp., puesto que un peso de dicha magnitud cuelga de su extremo.

El peso (350 gp.) que cuelga verticalmente del punto medio de la cuerda podría ser mantenido, en esta posición, por una sola fuerza de 350 gp. actuando verticalmente y dirigida hacia arriba. En vez de ello, este peso se mantiene merced al efecto combinado de las tensiones de ambas cuerdas. Estas tensiones deben ser, por tanto, equivalentes a una sola fuerza de 350 gp. de magnitud, y dirigida verticalmente hacia arriba.

El hecho de que dos fuerzas de 150 y 250 gp., respectivamente, produzcan, en este caso, el mismo efecto que una sola fuerza de 350 gp., puede verse más claramente dibujando a escala un esquema. Para describir completamente una fuerza, ha de establecerse la magnitud de dicha fuerza y la dirección en que actúa. Las magnitudes que requieren ambos datos para quedar definidas, se conocen con el nombre de *magnitudes vectoriales*.

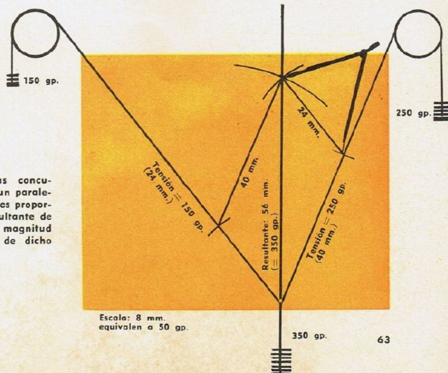
Para dibujar el esquema, las dos tensiones han de representarse mediante dos líneas que tengan el mismo extremo y que sean paralelas a las direcciones en las que ellas actúan. La magnitud de la fuerza que actúa en cada una de las cuerdas se dibuja según una escala escogida de antemano (8 mm. equivalen a una fuerza de 50 gp. en este caso). A la tensión de 150 gp. de magnitud (a la izquierda) le corresponden, pues, 24 mm. de longitud, mientras que a la tensión de la cuerda de la derecha (250 gp.) le corresponde un segmento de 40 mm. de largo.

Utilizando el montaje descrito al comienzo del artículo, es posible encontrar la dirección que toman ambas tensiones. Si colocamos un tablero de dibujo en posición vertical inmediatamente detrás de este sistema, podremos trazar directamente las direcciones de las tres cuerdas sobre dicho tablero, una vez que se alcanza la condición de equilibrio.

Trazando sobre las direcciones respectivas distancias proporcionales a las tensiones, se tiene ya medio construido el paralelogramo de fuerzas. Después, tomando como centro el extremo de la línea correspondiente a la fuerza de 150 gp., se traza un arco de 40 mm. de radio (250 gp.), y desde el extremo correspondiente a la otra tensión se traza otro arco de 24 mm. de radio (150 gp.). La intersección de estos dos arcos determina el cuarto vértice del paralelogramo.

La diagonal que une este vértice con el primero mide 56 mm. (equivalente a 350 gp.) y está dirigida verticalmente. Por tanto, la diagonal del paralelogramo representa, en magnitud y dirección, la resultante de las dos tensiones.

Mediante el principio del *paralelogramo de fuerzas*, el efecto combinado de dos fuerzas puede ser, pues, encontrado fácilmente.



Si representamos dos fuerzas concurrentes como los dos lados de un paralelogramo, asignándoles longitudes proporcionales a su magnitud, la resultante de ambas fuerzas viene dada en magnitud y dirección por la diagonal de dicho paralelogramo.

LA VIDA EN EL MAR

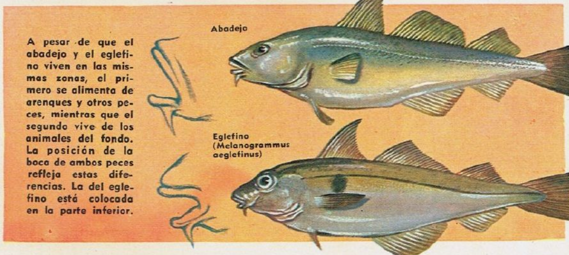
Aproximadamente, dos tercios de la superficie terrestre (el 71 %) están cubiertos por el mar. Esto quiere decir que hay más de trescientos sesenta millones de kilómetros cuadrados de superficie marina. La profundidad media puede estimarse en unos tres kilómetros, lo que arroja un volumen de agua enorme a disposición de los peces y otros animales. En realidad, el océano encierra una variedad de residencias o "habitats" y cada una alberga su propia población de animales. Así, por ejemplo, distinguimos: la costa y sus aguas próximas, alta mar, y el fondo oceánico. Rodeando la mayoría de los continentes, existe un escalón sumergido, la llamada *plataforma continental*, que va descendiendo gradualmente hasta una profundidad de unos doscientos metros. A partir de ahí, hay una zona más inclinada: el *declive continental*, que sigue descendiendo hacia las profundidades del océano. Las condiciones de vida en estas regiones difieren considerablemente.

La salinidad del agua del mar difiere notablemente de unos mares a otros, en las zonas superficiales. Así, la proporción media de sales (principalmente cloruro sódico) es de 35 gr./litro, pero en el Mediterráneo es de 37 por mil; en el mar Rojo, 44 por mil; en el océano Glacial Ártico es de 17 por mil y en el mar Báltico, 7,4 por mil. Ciertos animales *eurihalinos* (capaces de tolerar amplias variaciones de la presión osmótica del ambiente) como los peces, son indiferentes a estas variaciones de salinidad, mientras que otros, los *estenohalinos* (incapaces de soportarlas), no toleran tales cambios. En las profundidades marinas la salinidad de las aguas no varía sensiblemente: son *homohalinas*, es decir, de salinidad uniforme.

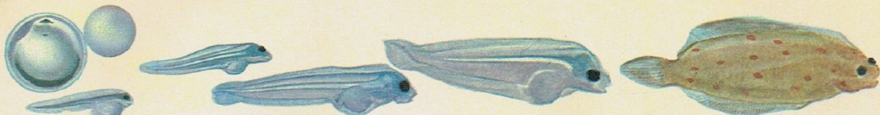
La temperatura del mar se halla relacionada con la salinidad y constituye un carácter muy importante para la diversificación de las faunas marinas. El agua de superficie, absorbiendo y difundiendo calor solar, presenta diferencias zonales muy acentuadas, desde las superficies intertropicales, que llegan a 28 ó 29°C, hasta las superficies polares, donde el aire de contacto con el agua es de temperatura inferior a 1,5°C. El hecho importante es que estas diferencias se van atenuando rápidamente hacia la profundidad a partir de la superficie de discontinuidad o termoclima de 1.000 metros; como promedio rige una homotermia que puede fijarse entre 2°C y 1,5°C. En ciertos mares interiores que comunican con el océano por pasos estrechos y poco profundos (Mediterráneo, mares de la Insulindia o de la Sonda) la homotermia parece establecerse sobre la temperatura de las aguas más profundas comunicantes con el océano; por ejemplo, en todo el Mediterráneo la temperatura es permanente al nivel de 12°C ó 13°C que es la del fondo. a la entrada del estrecho de Gibraltar (350 metros).

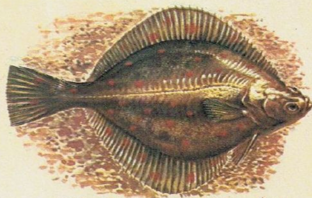
Estas diferencias de temperatura según la profundidad —unido a la diferencia de otros factores— determina una sucesión de faunas diversas en sentido vertical.

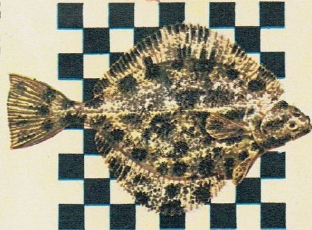
Las corrientes de todas clases, trasportando los animales y sus gérmenes a grandes distancias, contribuyen a la dispersión de las formas marinas. Las corrientes son los movimientos generales de los mares y se realizan en superficie y profundidad. Están determinadas por el deshielo de grandes masas flotantes (témpanos o *icebergs*) de los mares circumpolares, que derivan hacia las latitudes cálidas. Todas estas aguas frías son arrastradas en su curso por los vientos del Oeste, los cuales imprimen di-



A pesar de que el abadejo y el eglefino viven en las mismas zonas, el primero se alimenta de arenques y otros peces, mientras que el segundo vive de los animales del fondo. La posición de la boca de ambos peces refleja estas diferencias. La del eglefino está colocada en la parte inferior.





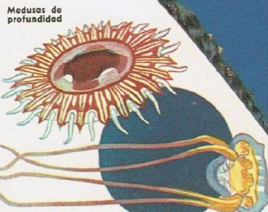


La platija comienza su vida como un pez de forma normal, pero debido al crecimiento asimétrico del cráneo ambos ojos quedan luego en el lado derecho. El pez yace sobre el lado izquierdo. Puede cambiar de color, para adaptarse al que tenga el fondo (mimetismo cromático).

recciones en deriva hacia el ecuador. La vida en el mar, como en tierra firme, depende de las plantas y de su facultad de producir alimentos, a partir de las sustancias inorgánicas, por medio de la fotosíntesis. Para este proceso es necesaria la luz, y ésta es otro factor que debe tenerse en cuenta al considerar los "habitats" marinos. La profundidad hasta donde penetra la luz depende de la cantidad de partículas presentes en el agua, pero en el mar abierto puede detectarse la luz débil hasta una profundidad de unos seiscientos metros. Más abajo reina la oscuridad total del "mar profundo". Las plantas quedan limitadas a los primeros cien metros, donde hay luz suficiente para la fotosíntesis. Las algas marinas que crecen fijas al sustrato de la plataforma continental se extienden hasta una profundidad de unos treinta metros, pues las aguas costeras son normalmente demasiado turbias para permitir que la luz penetre más profundamente. Estas algas desempeñan un papel relativamente modesto, en comparación con el de las plantas microscópicas flotantes del *plancton* (fitoplancton). Las aguas superficiales del mar contienen una enorme población de estas diminutas plantas que sirven de alimento a toda una multitud de animales microscópicos —alevines, crustáceos, moluscos, protozoos y medusas—. Este plancton animal (zooplancton) es devorado, a su vez, por animales mayores que integran las cadenas alimenticias del mar. Cuando éstos mueren, sus restos caen al fondo, donde proporcionan comida abundante a los animales que allí habitan, cuyo conjunto recibe el nombre de *bentos*, los cuales, por su parte —gusanos, moluscos, erizos de mar, etc.—, forman el régimen alimenticio de los peces de ese fondo. El número de animales que lo habitan disminuye normalmente con la profundidad, dado que caen menos restos desde la superficie. En efecto, los organismos muertos son comidos o se descomponen antes de alcanzar el fondo. Los animales característicos del mar profundo empiezan a aparecer a partir de los cuatrocientos cincuenta metros. Entre ellos se encuentran peces de formas extrañas, calamares, crustáceos del tipo de los camarones, etc. Muchos poseen órganos productores de luz, que les son útiles en estas aguas profundas y oscuras. Los peces son, con frecuencia, feroces carnívoros.

TIPOS DE PECES PLANOS

Los llamados "peces planos", corresponden al orden de los "Heterosomas" y pertenecen a la clase de los "Osteictios", subclase de los "Neopterigios". Son peces asimétricos, con ambos ojos de un mismo lado de la cabeza (diestros o siniestros), móviles, con la aleta dorsal y anal bordeándoles todo el largo del cuerpo, y la cara inferior, que apoyan en los fondos marinos, sin pigmento.
Es común, además del "halibut" (Hippoglussus sp.) y el "rodaballo" (Rhombus sp.), el "lenguado" (Solea solea), pez característico de la buena cocina francesa y española, de color grisáceo y de carne muy blanca; abunda en el océano Atlántico y progresa por el norte hasta el mar Báltico.
La "platija" (Pleuronectes platessa), parecido al lenguado, tiene el cuerpo ovalado o rómbico con el rostro corto y los ojos colocados a la derecha. Vive en las costas atlánticas próximas a la desembocadura de los ríos.
Todos estos peces, como se puede observar, pueblan la zona del océano Atlántico cercana al Mar del Norte y constituyen una de las bases fundamentales de la industria pesquera de Europa.
No obstante, en el mar Mediterráneo también se encuentran algunos ejemplares de este tipo de peces, entre ellos, el propio lenguado, el "pedás" (Rombodichthys podas), abundante en las cercanías de las islas Baleares y que tiene distinta clase de escamas en los dos lados del cuerpo, y la "pelada" (Arnoglossus laterna) de escamas caducas.
Los peces del mar Mediterráneo, aun los de la misma especie que algunos del Atlántico, como por ejemplo, el lenguado, tienen un sabor distinto. En general la pesca del Mediterráneo es más sabrosa pero menos fina que la del océano Atlántico.



Algunos estan provistos de bocas enormes, y han sido calificados por eso de "trampas flotantes de peces". Aunque estos animales del mar profundo tengan interés, su importancia comercial es muy pequeña. La mayoría de los peces viven en las capas superiores y poco profundas del agua, donde los alimentos son abundantes.

La distribución de los peces depende, en última instancia, de la distribución del plancton. En las regiones tropicales, las aguas superficiales calientes no se mezclan con el agua profunda, más fría. Esto quiere decir que las materias que caen al fondo no se reemplazan. En estas regiones no existen cantidades tan grandes de plancton como en las zonas templadas, más frescas, y, por lo tanto, los peces son menos abundantes. El material alimenticio producido por los organismos en descomposición que caen al fondo es recogido por las corrientes profundas del océano. Cuando estas corrientes se acercan a los declives continentales o a los mares polares, ascienden, aportando una gran cantidad de alimentos a la superficie. De esta manera, se produce una gran proliferación de plancton y aparecen importantes regiones pesqueras. Los bancos de pesca de Islandia tienen su origen en el encuentro de la cálida corriente del Golfo de México con la fría del este de Groenlandia. Esta última se hunde a causa de su mayor densidad, forzando a que asciendan las ricas aguas de la corriente del Golfo. En las zonas poco profundas, como el Mar del Norte, hay una mezcla continua del agua y del material alimenticio arrastrado por los ríos. La abundancia de plancton y bentos hace que el Mar del Norte constituya una región pesquera muy valiosa.

El arenque es un pez pelágico muy importante, y el abadejo es seguramente el pez *demerso* de mayor interés comercial del Mar del Norte. El adjetivo "demerso" se usa para calificar a los peces que viven en el fondo del mar o en su cercanía, por oposición a los peces pelágicos, tales como el arenque y el atún, que nadan en las capas superiores del mar abierto. Una hembra de abadejo adulta puede poner más de dos millones de huevos en una sola temporada. Los huevos flotan en el plancton, y gran número de ellos, así como de crías, resultan devoradas. Las crías se alimentan de plantas y animales planctónicos durante dos o tres meses y, a continuación (cuando tienen unos tres centímetros de largo), descienden al fondo. Allí utilizan como alimento pequeños crustáceos y otros animales del fondo, y alcanzan la madurez en unos cinco años. Por entonces, el abadejo tiene unos sesenta centímetros de largo. Los adultos se alimentan, principalmente, de otros peces. Muy parecido al abadejo es el eglefino, otro importante pez comercial. Tiene costumbres parecidas, pero vive, principalmente, de moluscos y gusanos del fondo, así como de erizos de mar. La merluza es otro pez emparentado con ellos, pero que vive en aguas algo más profundas, cerca del borde de la plataforma continental. Se alimenta de peces y de calamares. Estos últimos abundan en el mar abierto, aproximadamente a esa profundidad, y deben desempeñar un papel importante en la economía del mar. Los calamares pequeños se alimentan de peces y de crustáceos y, a su vez, son capturados por peces mayores, como por ejemplo, el atún y la merluza. Los grandes calamares, algunos de los cuales llegan hasta las grandes profundidades, se alimentan principalmente de peces. Ellos mismos constituyen la presa de algunos cetáceos provistos de dientes, como el cachalote.

Volviendo a los peces, diremos que uno de los tipos más importantes de los demersos es el de los peces planos, como la platija, el rodaballo, el lenguado y el gallo, entre otros. Este género de peces es de hechura aplastada totalmente y yacen de lado en su lecho marino. Los tres primeros, del izquierdo, y del derecho, el último. El curso vital de los peces planos es muy interesante, ya que los caracteres de su forma los van adquiriendo durante el crecimiento.

La platija es un pez valioso del Mar del Norte y se pesca en grandes cantidades. Al igual que otros peces muy importantes, pone los huevos de manera que queden flotando. Las crías comienzan su vida como peces de forma normal, alimentándose de plancton durante unas pocas semanas. Al cabo de un mes, su cráneo empieza a crecer desigualmente, haciendo que el ojo izquierdo se desplace hacia el lado derecho. Entonces, el pez (que por esa época tiene seis u ocho se-

Pez volador

Calamares oceánicos

Atún

Calamar gigante

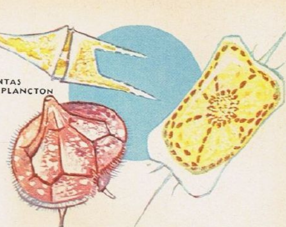
Camarones

Pez linterna

600 m

Las partes más profundas del océano están habitadas por peces, calamares y crustáceos de color rojo.

Los distintos zonas del mar, con sus diferentes condiciones de ambiente, albergan poblaciones animales muy variadas. Las plantas sólo se encuentran en las capas superiores, hasta donde penetra la luz solar.



Pequeños plantas flotantes, como éstas, son los primeros eslabones de la complicada cadena alimenticia de la vida marina.

manas de edad) desciende al fondo, donde permanece yaciendo sobre su lado izquierdo. La parte superior (o sea la derecha) se colorea, y puede experimentar cambios de tonalidad para parecerse al fondo, ya sea éste arena, grava o cualquier otro artificial. La platija se hace adulta en cuatro o cinco años, e incluso antes, si abunda la comida. Los adultos se alimentan de gusanos y moluscos. Nadan sirviéndose de lentos movimientos ondulantes del cuerpo, de la cabeza a la cola.

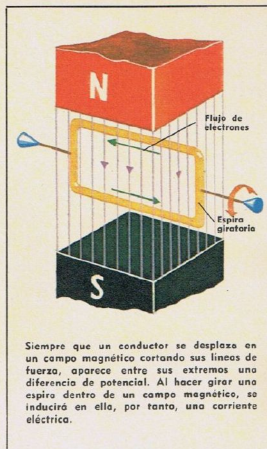
La platija, como otros muchos peces, pone sus huevos, principalmente, en zonas determinadas, a las cuales emigran los peces antes del desove. Los huevos flotantes y las crías son arrastradas por las corrientes, y cuando están en condiciones de descender al fondo se encuentran en una región apropiada, abastecida de buenos alimentos. En el caso de la platija del Mar del Norte, los sitios de cría se encuentran frente a las costas de Holanda y Dinamarca. Desde aquí, los peces en crecimiento penetran en el mar y después se vuelven hacia el Canal de la Mancha, antes del desove. Y las corrientes arrastran, otra vez, a los jóvenes hasta los lugares de cría.

Sólo en Inglaterra, todos los años se desembarcan 750.000 toneladas de peces demersos. Para poder mantener un número tan enorme de peces, el plancton debe ser, naturalmente, un alimento muy abundante y nutritivo. Esto parece muy claro cuando se considera que uno de los seres más grandes que existen, las ballenas, viven exclusivamente de plancton. Si el hombre pudiese usar el plancton directamente como alimento, a la vez que indirectamente a través de los peces, se habría dado un paso muy importante para resolver los problemas de alimentación del mundo.

Algunos peces de grandes profundidades



EL MOTOR DE INDUCCIÓN



Siempre que un conductor se desplaza en un campo magnético cortando sus líneas de fuerza, aparece entre sus extremos una diferencia de potencial. Al hacer girar una espira dentro de un campo magnético, se inducirá en ella, por tanto, una corriente eléctrica.

Alrededor del 90 % de los motores eléctricos que se fabrican cada año pertenecen al tipo denominado *motor de inducción*. Veamos cuáles son las particulares características de este tipo de motor que le han hecho mucho más popular que cualquier otro.

El principio de inducción electromagnética ha sido ya explicado en artículos anteriores. Si hacemos girar una espira de alambre dentro de un campo magnético, una corriente eléctrica *inducida* recorrerá la espira. Toda corriente eléctrica que recorre un conductor crea a su alrededor un campo magnético, de forma que, además del campo magnético fijo, existirá otro, debido a la corriente inducida. Estos dos campos no existen independientemente, sino que se combinan y forman un campo magnético *resultante*. El campo resultante está distorsionado, como se muestra en la figura. La forma de sus líneas de fuerza puede ser explicada por el hecho de que en general las líneas de fuerza de sentido contrario tienden a neutralizarse entre sí, mientras que las del mismo sentido tienden a reforzarse.

Donde las líneas de fuerza están muy juntas, la intensidad del campo será grande, y en la región donde exista un campo de débil intensidad, estarán ampliamente separadas. En general, existe una tendencia por la que un campo magnético intenta oponerse a sufrir estas distorsiones (lo mismo que el aire tiende a llenar un vacío), de forma que las líneas de fuerza que han sufrido una distorsión, tienden a recuperar su forma primitiva, y las que están juntas tratan de separarse, con objeto de llegar a estar todas igualmente espaciadas. En otras palabras, la tendencia general es la formación de un *campo magnético uniforme*.

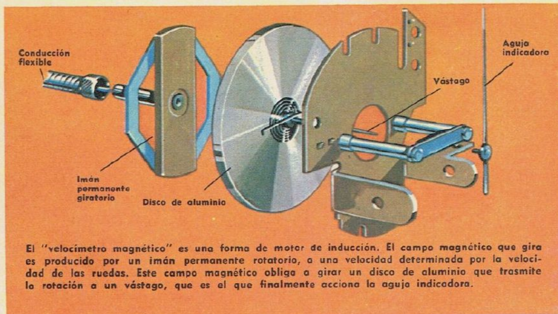
El campo magnético permanente y el inducido se combinan de tal forma que en el campo resultante existe una región donde su intensidad es cero (detrás de la espira), y una región donde la intensidad del campo resulta reforzada (delante del conductor). Según el proceso mediante el que se tiende a formar un campo uniforme, sobre el conductor se crea una fuerza que se opone a su movimiento, ya que éste es el que produce la distorsión en el campo principal. Debemos hacer notar que aunque esta fuerza se opone al movimiento, nunca es suficientemente grande para detener la espira, ya que, después de todo, su existencia es debida al movimiento de ésta.

Si la espira hubiera permanecido estacionaria dentro del campo magnético, y mediante una batería hiciéramos fluir a su través la misma intensidad de corriente que la atra-

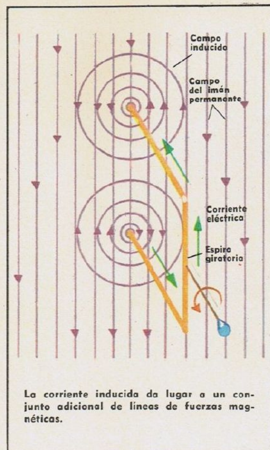


EL MOTOR DE JAULA DE ARDILLA

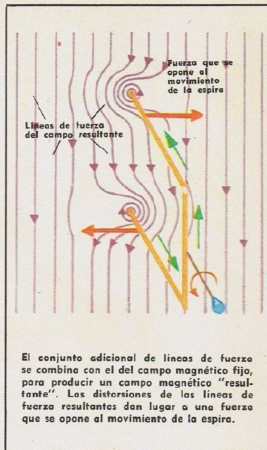
En la práctica, una simple espira sería poco eficaz, y en su lugar se utiliza una pieza que está formada por un gran número de alambres de cobre (o aluminio), cuyos extremos van unidos a dos anillos de cobre o aluminio, y que lleva un núcleo de hierro para reforzar el campo magnético.



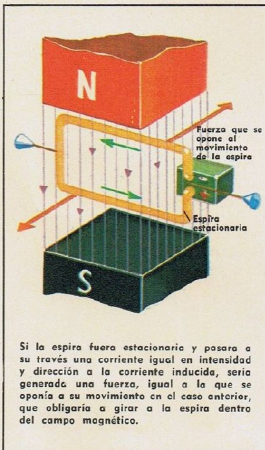
El "velocímetro magnético" es una forma de motor de inducción. El campo magnético que gira es producido por un imán permanente rotatorio, a una velocidad determinada por la velocidad de las ruedas. Este campo magnético obliga a girar un disco de aluminio que trasmite la rotación a un vástago, que es el que finalmente acciona la aguja indicadora.



La corriente inducida da lugar a un conjunto adicional de líneas de fuerzas magnéticas.



El conjunto adicional de líneas de fuerza se combina con el del campo magnético fijo, para producir un campo magnético "resultante". Las distorsiones de las líneas de fuerza resultantes dan lugar a una fuerza que se opone al movimiento de la espira.



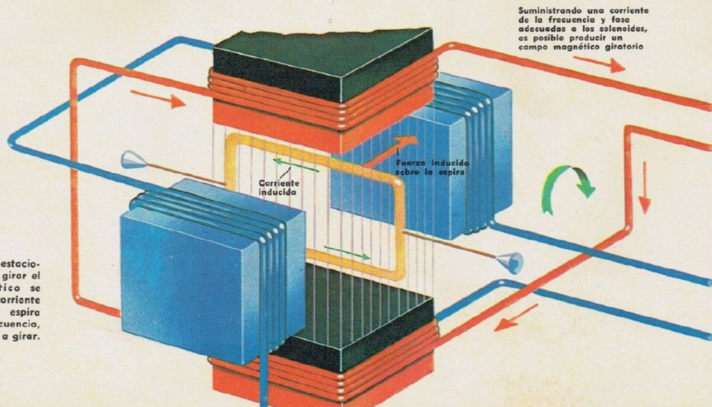
Si la espira fuera estacionaria y pasara a su través una corriente igual en intensidad y dirección a la corriente inducida, sería generada una fuerza, igual a la que se oponía a su movimiento en el caso anterior, que obligaría a girar a la espira dentro del campo magnético.

vesaba en el caso anterior, obtendríamos el mismo campo magnético resultante. Por tanto, también se generarían las mismas fuerzas sobre cada lado de la espira, y, de este modo, la espira, inicialmente estacionaria, se movería en la dirección de las fuerzas. En definitiva, hemos fabricado un motor.

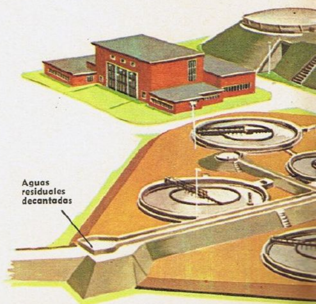
Vamos a complicar las cosas un poco más. Hasta ahora, hemos supuesto que el campo magnético era estacionario y que la espira era la que se movía. Veamos ahora qué sucede cuando la *espira* está inicialmente estacionaria y el *campo magnético* gira a la misma velocidad, pero en sentido contrario al del movimiento de la espira, descrito en el primer caso. Como el movimiento *relativo* de la espira frente a las líneas de fuerza es el mismo que antes, estas líneas (que son ahora las que se mueven) son cortadas por la espira estacionaria, según un mismo ángulo y un número igual de veces que en el caso anterior. La corriente que se induce en la espira tendrá, consecuentemente, la misma magnitud y el mismo sentido que antes. Esto significa, naturalmente, que las fuerzas sobre la espira serán las mismas en magnitud y dirección, de forma que, si la espira está debidamente pivotada, comenzará a girar en la misma dirección que el campo magnético rotatorio. A medida que la espira gire más de prisa, la *diferencia* entre su velocidad angular y la del campo magnético rotatorio irá disminuyendo. La magnitud de la corriente inducida y, por tanto, la de las fuerzas que se generan, se hace más pequeña. La espira acaba por estabilizarse a una velocidad constante, inferior a la del campo magnético. Esta velocidad estacionaria no puede ser tan grande como la del campo, dado que las fuerzas motrices generadas por la corriente inducida no solamente han de hacer girar la espira, sino también superar los rozamientos en los cojinetes del motor y la resistencia que opone el aire al movimiento, así como vencer la carga que vaya unida al motor.

El motor de inducción recibe su nombre de la corriente que se genera en la espira, la cual, al interaccionar con el campo magnético, da lugar a la fuerza motriz. En otros tipos de motores eléctricos, las fuerzas que se generan son debidas a la interacción con el campo magnético de *una corriente que se suministra a la espira* por medio de escobillas, anillos deslizantes, etc.

En el motor de inducción, la ausencia de estos elementos facilita el que pueda ser constituida una máquina sencilla y resistente, a bajo costo, y, prácticamente, sin ningún gasto de mantenimiento.



Si la espira es estacionaria y se hace girar el campo magnético se obtiene una corriente inducida en la espira y, como consecuencia, ésta es obligada a girar.

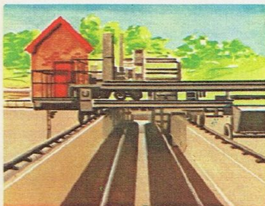


PURIFICACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

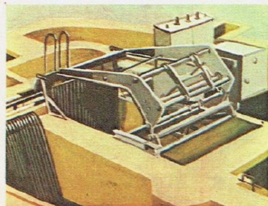
Nuestra vida está organizada de forma que todos los materiales domésticos de desperdicio, de cocinas, lavaderos, retretes, etc., así como los productos de desecho de las industrias, sean eliminados fácil y rápidamente. Alguna vez nos habremos preguntado a dónde van a parar todos estos residuos y qué es lo que se hace con ellos. Veámoslo ahora, siguiendo su marcha más allá de nuestros sumideros domésticos.

Las tuberías por donde todos estos materiales se evacuan, conectan con unas conducciones mayores, situadas bajo tierra, a donde generalmente va a parar, también, toda el agua superficial que se recoge de las calles y de los desagües pluviales de los edificios. Estas tuberías van a dar a canales subterráneos o alcantarillas, que transportan estos materiales a un río cercano o al depósito purificador correspondiente, caso de que hayan de ser aprovechados. Toda esta red de canales recibe el nombre de *sistema de alcantarillado*, o *red cloacal*.

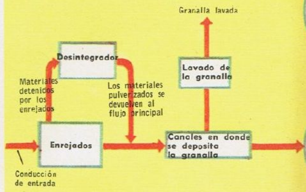
Antiguamente, los materiales de desecho eran arrojados a la vía pública o, en el mejor de los casos, enterrados en fosas que se abrían, con este fin, a lo largo de cada calle. El agua se contaminaba frecuentemente y las enfermedades se trasmitían y extendían con facilidad, particularmente aquéllas causadas por organismos que se desarrollan en el agua. Las empresas industriales y fábricas arrojaban libremente sus materiales de desecho en ríos y arroyos, contaminando sus aguas y convirtiéndolas en un foco potencial de epidemias. Asimismo, esta agua impurificada mataba grandes cantidades de peces y otras formas de vida acuática. La necesidad de purificar las aguas residuales resultaba evidente. Pero así como al principio se consideró que éste era un asunto costoso, y que, una vez que las aguas estuvieran purificadas, habían de ser conducidas directamente al río más cercano, con objeto de resolver el problema lo más rápidamente posible, hoy se piensa de muy distinto modo, pues se considera a las aguas residuales como una valiosa fuente de productos que han de ser recuperados. En efecto, un adecuado tratamiento del material sólido (lodo) que depositan estas aguas, permite obtener gas metano que, en algunos casos, es suficiente para producir toda la potencia que se requiere en la purificación de los residuos. Este gas puede también ser comprimido y empleado luego como combustible de cualquier máquina, o ser utilizado en la industria química, donde encuentra aplicación como material de partida en la síntesis de diversos compuestos, tales como el alcohol metílico, formol, acetileno, etc.

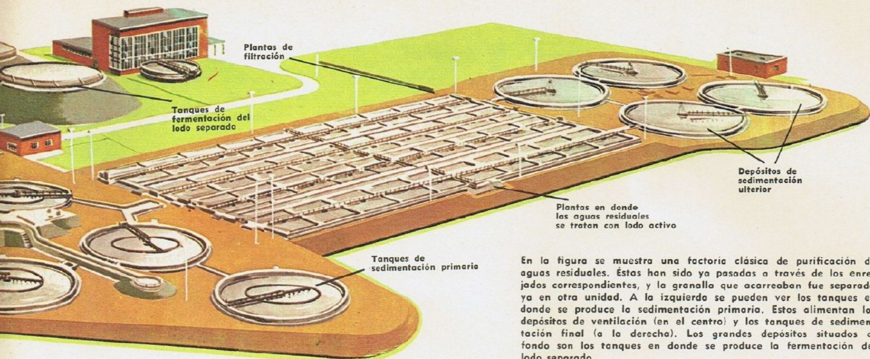


Canales donde se deposita la granalla compuesta de guijarros, arenisca, etc. Al fondo, una dragadora, que descarga la granalla en vagonetas.



Dos enrejados. El de la izquierda es manual, mientras que el de la derecha se acciona mecánicamente.



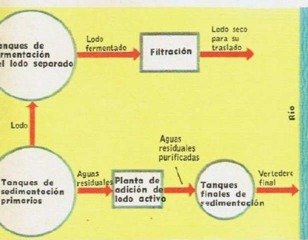


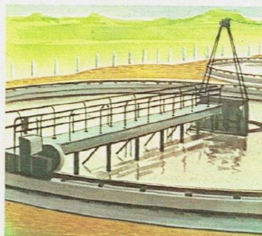
En la figura se muestra una factoría clásica de purificación de aguas residuales. Éstas han sido ya pasadas a través de los enrejados correspondientes, y la granalla que acarreaban fue separada ya en otra unidad. A la izquierda se pueden ver los tanques en donde se produce la sedimentación primaria. Estos alimentan los depósitos de ventilación (en el centro) y los tanques de sedimentación final (a la derecha). Los grandes depósitos situados al fondo son los tanques en donde se produce la fermentación del lodo separado.

El lodo que se deposita en el fondo de las aguas residuales puede también utilizarse como abono en agricultura: constituye una valiosa fuente de nitrógeno y contribuye a aumentar el contenido de humus del suelo. Las aguas de desecho de las industrias textiles contienen materiales del tipo de las grasas y jabones, cuya recuperación es altamente provechosa. De ellas se extraen sustancias protectoras contra la corrosión, jabones, aceites lubricantes y otros materiales utilizados en la manufactura de pinturas y barnices.

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

El volumen y el contenido de las aguas residuales varía grandemente de una usina purificadora a otra, dependiendo también de la estación del año en que nos encontremos, de las industrias próximas y de muchos otros factores. Todas, sin embargo, sufren un tratamiento básico similar. Estas aguas son un buen medio de cultivo de bacterias y otros organismos microscópicos (protozoarios, por ejemplo), cuyo desarrollo, si se protege, puede provocar notables cambios físicos y químicos en el medio que les rodea. El proceso de purificación de aguas residuales se debe, en gran parte, a la actuación de estos microorganismos, y las mejoras introducidas en él dependen en mucho de haber proporcionado óptimas condiciones para su desarrollo y haber incrementado la eficacia de sus actuaciones.
En líneas generales, el tratamiento de aguas residuales puede dividirse en las siguientes etapas:
1) Filtrado y separación de granalla o partículas groseras. 2) Sedimentación. 3) Oxidación mediante microorganismos. 4) Separación final o etapa posterior de sedimentación. 5) Tratamiento del lodo separado.





Tanque de sedimentación primaria provisto de un rastrillo mecánico giratorio.

FILTRADO DE AGUAS RESIDUALES

Antes de que las aguas residuales pasen a los tanques de estacionamiento, donde se depositan las partículas sólidas suspendidas, es práctica habitual interceptar el paso de palos, cascotes, etc., con unos enrejados especiales, y hacerlas pasar, posteriormente, a través de pequeños tanques o canales en los que se separa la granalla, es decir, los trozos de piedra o arena que puedan haber acarreado a través de los primeros enrejados de separación. En estos tanques o canales, se mantiene una velocidad de flujo de unos 30 cm. por segundo, que permite el depósito de toda la granalla acarreada. Mantener una velocidad de flujo constante es un problema considerable, dado que las condiciones varían con bastante frecuencia. La granalla se separa de los canales utilizando dragadoras, rastrillos o bombas mecánicas. Después de ser lavados convenientemente los guijarros que componen la granalla, pueden ser utilizados en la industria de la construcción.
Todas estas purificadoras disponen de enrejados, cribas u otro artificio similar destinado a la separación de materiales de desecho sólidos, acarreados por las aguas residuales. Las barras de estos enrejados tienen, generalmente, algo más de un centímetro de diámetro y están situadas a unos 2 cm. de distancia unas de otras, de tal forma que los sólidos de mayor diámetro quedan allí

detenidos. Corriente arriba de estos *enrejados principales*, generalmente existe otro conjunto de enrejados más amplios, cuyas barras suelen estar separadas unos 10 cm. Estos últimos tienen la misión de interceptar el paso de objetos más grandes, tales como ladrillos, maderas, etc. El material de desecho que recogen estos enrejados se separa mecánicamente. Unas veces se quema o se entierra, y otras, como sucede en algunas purificadoras, se desmenuzan en partículas muy finas que son devueltas al flujo principal.

SEDIMENTACIÓN

Después del proceso de filtrado mediante los enrejados descritos, las aguas residuales pasan, a través de canales o tuberías, a los tanques de sedimentación. En éstos, las impurezas que se encuentran suspendidas se depositan. Las aguas residuales se mueven en estos tanques muy lentamente, de manera que se facilite el depósito de las partículas suspendidas. El lodo resultante se separa mecánicamente mediante rastrillos rotatorios cuando los tanques son circulares, o, en el caso de depósitos rectangulares, mediante rastrillos que recorren longitudinalmente el tanque. En los tanques circulares las aguas residuales se introducen por el centro, y fluyen hacia arriba y radialmente. El líquido de salida rebosa lentamente a lo largo del contorno del tanque, y el lodo se recoge en el centro del fondo del depósito. En los tanques rectangulares, el flujo es horizontal y el lodo se rastrillea hacia unas cunetas situadas en el fondo del depósito, generalmente en la parte de entrada del líquido. Siempre que es posible, los tanques de sedimentación se mantienen en continuo funcionamiento, y sólo se cierran durante pequeños intervalos con objeto de proceder a la separación mecánica del lodo. El trabajo manual es, en estos casos, más caro y más lento que los procedimientos mecánicos. En las factorías de purificación que reciben aguas residuales de industrias de una naturaleza determinada, las finísimas partículas sólidas suspendidas (partículas coloidales) se depositan más rápidamente, añadiendo determinados productos químicos, tales como el sulfato de aluminio.

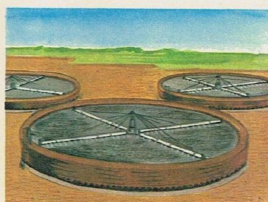
Después de esta etapa, quedará separado el grueso de las partículas sólidas en suspensión acarreadas por las aguas residuales. El líquido de salida requiere, sin embargo, una purificación ulterior, la cual es llevada a cabo por bacterias y organismos similares, en filtros especiales o en plantas en las que se utiliza lodo activo.



Filtro circular de drenaje provisto de un sistema de riego por aspersión giratorio. La misma presión del agua que sale por los agujeros causa el movimiento de rotación del sistema.

OXIDACIÓN BACTERIANA

Cualquiera que sea el método empleado, el procedimiento general exige poner el líquido en contacto con el oxígeno atmosférico y con los tipos adecuados de bacterias y microorganismos. Antiguamente, se depositaba el lodo acumulado sobre grandes áreas de tierra llana, dejándolo al aire libre para que los microbios llevasen a cabo su trabajo. Este método exigía grandes extensiones de tierra, y, con frecuencia, el lodo no se secaba con la suficiente rapidez para permitir que se renovase el aire en la superficie del suelo. Los *filtros de drenaje* son los generalmente usados en ciudades pequeñas, mientras que el *sistema de adición de lodo activo* ha demostrado ser el más económico en las grandes ciudades. Los lechos del sistema de drenaje se fabrican con trozos de coque, arcilla o piedra. El lodo semilíquido se esparce sobre estos lechos y forma una película gelatinosa sobre cada uno de ellos. Las bacterias y otros organismos crecen en esta especie de jalea, donde llevan a cabo su proceso de descomposición química de las sustancias componentes del lodo. Los lechos son regados continuamente por aspersión, para separar acumulaciones excesivas de la pátina formada y asegurar el acceso del aire libre.



Tanques de adición de lodo activo, en los que se agita el líquido con unas ruedas de paletas. La agitación introduce aire en el líquido, favoreciendo el desarrollo de microorganismos.

A los microorganismos que llevan a cabo esta operación se les llama *aerobios*, porque requieren oxígeno libre para producir su acción química. En algunas factorías, se suministra una porción de aguas ya purificadas junto con la partida aún no sometida a tratamiento, con objeto de incrementar el flujo de líquido a través del filtro de drenaje y reducir el tiempo de su purificación. También pueden utilizarse dos conjuntos de filtros acoplados, en donde las aguas parcialmente purificadas, procedentes de uno de ellos, constituyen el material inicial en el otro sistema.

Estas unidades de drenaje pueden ser circulares o rectangulares y el sistema de riego es unas veces fijo, mientras que, en otras, gira, merced a la propia presión del líquido, como sucede en los aparatos para regar jardines por aspersión. Cuando los lechos son rectangulares, el sistema de riego se mueve sobre unos railes a lo largo del depósito.

Normalmente, el líquido purificado que se filtra a través del lecho sale ya claro, aunque puede contener algunas partículas sólidas, principalmente trocitos de los materiales que componen el lecho. Estas partículas sólidas se separan en un ulterior conjunto de tanques, y el fluido resultante es finalmente conducido al río más cercano.

En el sistema de adición de lodo activado, mediante un aparato de agitación apropiado, se introducen burbujas de aire en el fluido que se mueve a lo largo de tanques rectangulares. Formando parte del *lodo activo* (líquido pardo y cenagoso que se prepara aireando las propias aguas residuales), van las bacterias. Varias horas de ventilación posterior son suficientes para purificar las aguas residuales en esta etapa, una vez que fue añadido el lodo activo. Más tarde, cuando el lodo se deposita, se bombea éste a los tanques de ventilación para ser empleado en la purificación de una nueva partida. El exceso de lodo se separa, de vez en cuando, y se pasa a la planta de procesado. A través de las aguas que se encuentran en tratamiento, se hace pasar aire en forma de pequeñas burbujas o se introduce superficialmente, mediante un sistema adecuado de agitación.

Todas estas operaciones consumen energía, y aunque las plantas que utilizan el sistema de lodo activo ocupan menos espacio que las del sistema de drenaje, son más caras de mantener. El lodo producido es muy líquido, lo que incrementa las dificultades de su tratamiento. En contraposición, presenta la gran ventaja, sobre todo con la introducción de nuevas técnicas de ventilación más eficaces, de purificar volúmenes de agua muy grandes en tanques de reducido tamaño. A largo plazo, este sistema es, en definitiva, más económico.

El lodo se separa en bancos de sedimentación similares a los ya descritos.

PROCESOS QUÍMICOS DE LA PURIFICACIÓN

El propósito principal de la purificación de aguas residuales es, simplemente, permitir que las bacterias aerobias oxiden las sustancias en estado de putrefacción, descomponiéndolas en otras más sencillas que sean, además, inofensivas. Los hidratos de carbono se transforman en agua y anhídrido carbónico, mientras que moléculas más complicadas que contienen nitrógeno, tales como las proteínas, se transforman en compuestos amoniacales, los cuales se convierten en nitratos por la acción de otras bacterias.

TRATAMIENTO DEL LODO RESULTANTE

El lodo procedente de los tanques de sedimentación y de separación es un líquido espeso y cenagoso. En su tratamiento se utilizan diversos métodos. Con frecuencia, se le deja fermentar en grandes tanques en los que se calienta el lodo hasta unos 30°C y se le somete a la acción de bacterias *anaerobias* (que no requieren el oxígeno atmosférico). Estas bacterias descomponen la mayor parte del material sólido, formándose gas metano en el proceso. De esta forma, el volumen del lodo sometido a tratamiento se reduce considerablemente, se elimina su olor fétido, y los sólidos que resultan contienen menos agua, con lo que se facilitan las etapas posteriores de filtración y secado.

El lodo líquido puede ser directamente esparcido en una tierra de labor o enterrado, y, cuando es posible, se arroja al mar.

El lodo puede ser secado dejándolo sobre lechos de ceniza y arcilla para que el agua drene a su través, o ser liberado del agua en filtros-prensa. Otras veces, se utilizan filtros de vacío para succionar el agua a través de un tejido especial.

En los últimos años, ciertas características de las aguas residuales, tales como la presencia de detergentes, han hecho alterar los procesos de purificación. Para dispersar la espuma se utilizan actualmente costosos equipos que previenen su formación.

En todas las partes del mundo se están llevando hoy a cabo laboriosos planes de investigación, dirigidos a mejorar los métodos de purificación de aguas residuales.



BOHR Y SU MODELO ATÓMICO

Cuando un cuerpo sólido se calienta suficientemente, se pone incandescente, es decir, emite luz. Lo mismo sucedería si calentásemos gases o vapores, o si excitásemos sus moléculas con una descarga eléctrica. Entre la luz emitida en uno u otro caso, existe, sin embargo, una importante diferencia. Si hacemos que la luz emitida atraviese un prisma, o una red de difracción, se obtiene *su espectro*, o conjunto de rayas o bandas de los distintos colores que componen la luz incidente.

El espectro de la luz que emiten los sólidos incandescentes es *continuo* y presenta bandas de diferentes colores que se funden unos con otros. Los gases y vapores dan lugar a un espectro que presenta *líneas* o *bandas* discretas. Un elemento dado presenta siempre un mismo espectro, lo que constituye un valioso método para su identificación. Por ejemplo, al excitar el hidrógeno contenido en un tubo de descarga, se obtiene su bien conocido *espectro de líneas*. Con el fin de explicar este espectro del hidrógeno, Niels Bohr propuso su modelo atómico, que se utiliza todavía, aunque con algunas modificaciones, para describir los fenómenos atómicos básicos.

Niels Henrik David Bohr nació en 1885. Su padre era profesor de fisiología en la Universidad de Copenhague. En 1903, ingresó Bohr en dicha Universidad, y, ocho años después, salía de ella con el título de doctor y un enorme interés por los problemas teóricos relativos al átomo.

Bohr es un sabio de nuestro tiempo. Murió el 18 de noviembre de 1962. Desde muy joven hasta los últimos días de su existencia, Niels Bohr mostró un enorme interés y una incansable actividad en la solución de los problemas más importantes de la física moderna.

En 1911, Bohr llegó a Inglaterra para trabajar en el laboratorio Cavendish de Cambridge, bajo la dirección de J. J. Thomson. Por entonces, los físicos que trabajaban en aquel laboratorio concebían el átomo, de acuerdo con otros muchos físicos del mundo, como una esfera cargada positivamente, que contenía los electrones (cargas eléctricas negativas), los cuales se movían dentro de la esfera, y en número tal que el átomo quedaba eléctricamente neutro.

Al cabo de pocos meses, Bohr se trasladó a Manchester, en donde Rutherford, uno de los mejores físicos del momento, era profesor de física. Rutherford había demostrado, experimentalmente, que el átomo tenía un núcleo pesado de pequeño volumen y cargado positivamente, el cual estaba rodeado por los electrones. Pero las características de los espectros atómicos no podían ser explicadas sobre la base del átomo de Rutherford. De acuerdo con su modelo, los electrones giraban alrededor del núcleo, cargado positivamente, y la atracción electrostática compensaba la fuerza centrífuga. La teoría electromagnética clásica exigía, sin embargo, que toda carga eléctrica acelerada debería emitir radiación continua. Si esta radiación continua tuviese lugar, los electrones, entonces, describirían una espiral descendente y caerían al núcleo. El átomo de Rutherford era, por tanto, inestable, de acuerdo con los principios de la mecánica clásica. Por otro lado, la emisión espontánea que predecían las leyes de la teoría electromagnética no tenía, de hecho, lugar.

Bohr se dedicó a plantear y estudiar los problemas teóricos que el átomo de Rutherford llevaba consigo, con el objeto de proponer un modelo atómico que se ajustase a los hechos experimentales conocidos entonces, y, particularmente, a la evidencia que con el empleo del espectroscopio se había acumulado empíricamente, analizando los espectros de elementos conocidos.

La teoría de Bohr puede resumirse en los dos puntos siguientes:

1) Los electrones sólo pueden ocupar ciertas capas en órbitas, dentro del átomo. A los electrones de una determinada órbita les corresponde una energía bien definida.

2) Cuando un electrón salta desde una a otra de las órbitas permitidas de un átomo, éste emite luz. Puesto que cada órbita representa un determinado estado energético, a la transición producida le corresponde un incremento de energía bien definido. Este cambio en la energía del electrón conduce a la emisión de luz de una determinada frecuencia, la cual es proporcional a la diferencia entre las energías de los niveles inicial y final.

Cuando se aplicaron estas ideas al átomo de hidrógeno, que es el átomo más simple, ya que está constituido por un solo electrón girando alrededor del núcleo, se encontró que proporcionaban, exactamente, el mismo espectro que se había medido de un modo experimental. Nueve años después, en 1922, Bohr recibía el Premio Nobel de física, por su interpretación del espectro del hidrógeno, basada en su modelo atómico.

La importancia de este revolucionario modelo atómico no necesita ser comentada, y su inmediata aplicación para explicar el espectro del hidrógeno ha sido calificada como uno de los mayores triunfos de la física. Desde 1913, y con sólo unas modificaciones efectuadas en la tercera década de este siglo, el modelo atómico de Bohr ha sido fundamental en la descripción de los procesos atómicos. Durante estos años, fueron explicándose, progresivamente, muchos fenómenos no totalmente comprendidos o interpretados: la estructura de los espectros de otros elementos, los procesos de absorción y emisión luminosa, la formación del sistema periódico de los elementos, las propiedades periódicas de las 92 especies atómicas entonces conocidas, etc.

En 1920, fue fundado el Instituto de Física Teórica de Copenhague, del que Niels Bohr fue nombrado director, centro que desde entonces ha permanecido a la vanguardia de la física teórica nuclear.

Los mejores físicos del mundo hacían frecuentes visitas a este instituto, para discutir con Bohr las modificaciones de su teoría.

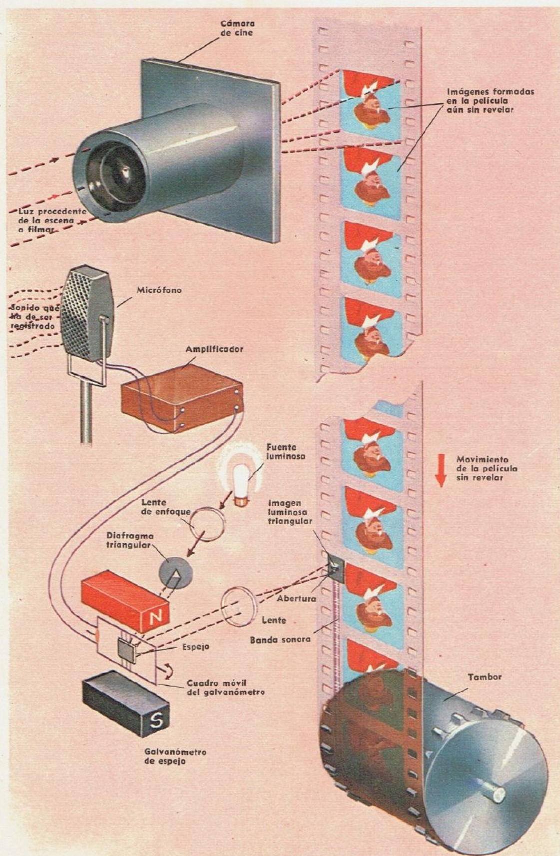
Niels Bohr, el modesto físico danés que nació antes de que la radiactividad fuese descubierta y que llegó a ser una máxima autoridad en el estudio de las leyes fundamentales del átomo, murió en noviembre de 1962.

El modelo atomico de Bohr explicó el espectro del hidrógeno, y dio cuenta de las posiciones de las distintas líneas con gran exactitud.



En el modelo atómico propuesto por J. J. Thomson en 1904, se suponía que los electrones estaban contenidos en una esfera cargada positivamente, y que la masa del átomo era fundamentalmente debida a los electrones. En el modelo del átomo de hidrógeno propuesto por Bohr, el electrón puede moverse a lo largo de ciertas órbitas situadas alrededor del núcleo: cuando un electrón salta de una órbita a otra más cercana al núcleo, el átomo emite luz de un cierto color, que depende de las órbitas que entran en juego. Así, si un átomo de hidrógeno no está excitado, se encuentra en su estado normal y los electrones están situados en la órbita más cercana al núcleo, con lo que no puede producirse emisión de luz alguna.

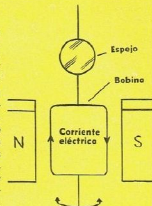
EL CINE SONORO



En el cine, el sonido ha de estar exactamente sincronizado con la imagen, sobre todo cuando en la pantalla aparece una persona hablando. Para garantizar esto, imagen y sonido se registran juntas. El registro de la imagen se realiza como de costumbre, o sea, la parte de la película correspondiente se expone, a través de la cámara, a la acción de la luz procedente de la escena que se está filmando. Pero como en la película fotográfica corriente no es posible registrar de modo directo el sonido, será necesario convertir las variaciones de tono y volumen de éste en las correspondientes variaciones de luz. El sonido procedente de la escena a filmar es recogido por un micrófono, y se transforma su intensidad y tono en corrientes eléctricas. La *frecuencia* de la corriente es igual a la del tono del sonido, y su magnitud está directamente relacionada con la intensidad o volumen de él. Estas corrientes eléctricas variables son amplificadas y las señales resultantes pasan a alimentar un galvanómetro, a cuyo cuadro móvil se encuentra adaptado un pequeño espejo plano. Cuando las corrientes generadas pasen a través del cuadro móvil (el cual, como se sabe, está suspendido dentro de un campo magnético), tanto el cuadro del galvanómetro como el espejo adaptado, oscilarán de acuerdo con la corriente que les llegue. Para grandes corrientes, se obtienen oscilaciones de gran amplitud, y, para corrientes de alta frecuencia, la razón de oscilación es también grande. A través de una lente de enfoque y de un diafragma triangular, se dirige un rayo de luz al espejo, que lo refleja para proyectarlo, a través de una nueva lente, sobre una delgada placa metálica, situada inmediatamente delante de la película. En

El sonido es recogido por el micrófono y se trasforma en señales eléctricas que varían en frecuencia y magnitud, en concordancia con las variaciones sonoras recibidas. El espejo del galvanómetro oscila de acuerdo con las corrientes variables producidas, lo que ocasiona que la imagen luminosa triangular se mueva arriba y abajo con respecto a la abertura. El ancho de la banda que recibe luz depende, por tanto, de la posición de la imagen triangular sobre la abertura, y, en definitiva, de la frecuencia e intensidad del sonido que se recibe.

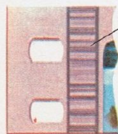
Un "galvanómetro" es un aparato que sirve para medir la intensidad de una corriente. En el "galvanómetro de espejo", la corriente pasa a través de una bobina suspendida entre los polos de un imán. Esta corriente da lugar a un par de fuerzas que actúan sobre la bobina, cuya magnitud es proporcional a la intensidad de corriente, de forma que la bobina girará tanto más cuanto mayor sea la intensidad de corriente que la recorra. Si se hace incidir un rayo de luz sobre el espejo que va adaptado a la bobina, la posición del rayo reflejado variará de acuerdo con las variaciones que experimente la corriente que atraviesa dicha bobina.





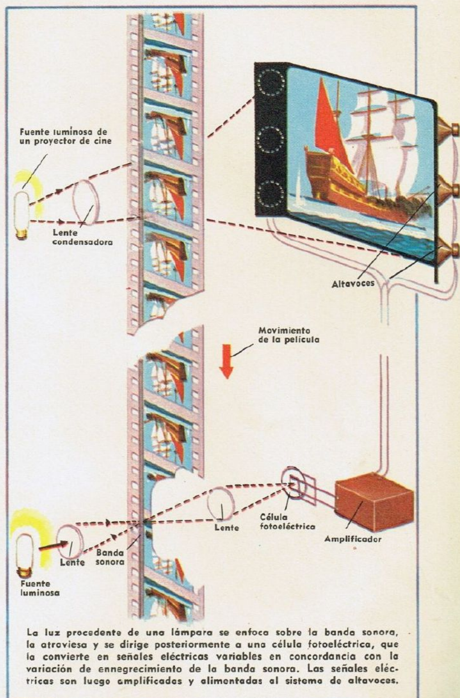


La banda sonora de área variable se obtiene exponiendo la película a través de diferentes secciones de la imagen luminosa triangular.





Exponiendo la película a través de franjas de igual área pero de distinta densidad óptica, se obtienen las bandas sonoras de densidad variable.



La luz procedente de una lámpara se enfoca sobre la banda sonora, la atraviesa y se dirige posteriormente a una célula fotoeléctrica, que la convierte en señales eléctricas variables en concordancia con la variación de ennegrecimiento de la banda sonora. Las señales eléctricas son luego amplificadas y alimentadas al sistema de altavoces.

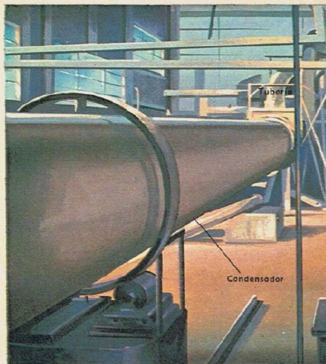
el centro de esta placa, hay una fina abertura, a través de la cual pasa la luz procedente del espejo. La intensidad de la luz que atraviesa la abertura estará, naturalmente, en concordancia con las vibraciones del espejo. Por ejemplo, un sonido muy fuerte produce una gran desviación del espejo del galvanómetro, estando montado el sistema de forma que sobre la abertura caiga precisamente en la parte más ancha del haz de luz, cuya sección es triangular debido al diafragma (véase ilustración). Por el contrario, un sonido que apenas sea perceptible hará que únicamente pase por la abertura la parte más cercana al vértice del triángulo. Aunque la imagen y el sonido se toman simultáneamente, sus registros no caen, generalmente, a la misma altura. Esto es debido a que la luz del proyector ha de pasar a través de la banda sonora de modo continuo, mientras que la iluminación de las imágenes ha de ser discontinua. Por tanto, imagen y sonido han de iluminarse por separado (véase ilustración). El sonido se graba, pues, a una distancia fija de su imagen correspondiente (generalmente, unos veinticinco fotogramas).

Una vez realizados ambos registros, la película expuesta se trata como de costumbre, y se utiliza como copia original, a partir de la cual se obtienen las positivas comerciales.

Las bandas sonoras registradas por el procedimiento descrito se llaman bandas de *área variable*, y en ellas, efectivamente, las variaciones sonoras están relacionadas con la superficie de la banda sonora que ha sido expuesta. Existe otro método de registro de sonido sobre películas, que se conoce con el nombre de *densidad variable*. Según este método, la banda sonora está formada por una serie de franjas cuyo ennegrecimiento o densidad fotográfica varía. Una franja muy oscura sólo permitirá el paso de una pequeña fracción de luz, y corresponderá a un sonido de bajo volumen; una franja clara estará, por el contrario, relacionada con un sonido intenso.

En el cine, una de las copias de la película se pasa por un proyector, y la reproducción de la imagen no tiene problemas. La banda sonora que únicamente muestra variaciones de luz ha de volver a ser convertida en sonido. Esta operación se lleva a cabo enfocando un haz de luz estrecho sobre la banda sonora en el lugar que corresponda a la imagen que en ese momento se esté proyectando. La banda sonora controla la cantidad de luz que llega a una *célula fotoeléctrica*, situada detrás de la película y que transforma las variaciones luminosas en corrientes eléctricas variables, las cuales se hacen llegar a un audioamplificador conectado al sistema de altavoces del local, en donde se proyecta la película.

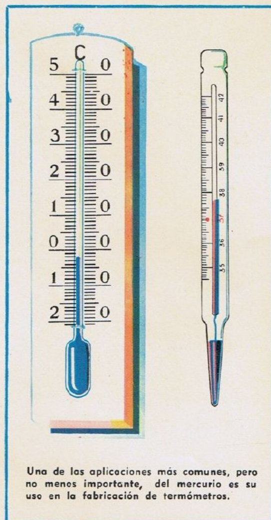
EL MERCURIO:
único metal en estado líquido



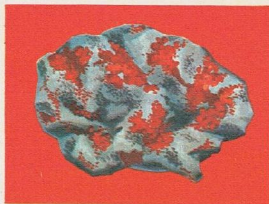
El mercurio es uno de los primeros elementos metálicos conocidos por el hombre. En una tumba mesopotámica del siglo XVI antes de Cristo, se encontró un pequeño frasco con mercurio. En cuanto a los antiguos romanos, lo extraían de una mina situada en el Monte Amiata. Plinio lo denominó *azogue* (metal "vivo"), nombre por el que se le conoce también en la actualidad. Algunas de sus propiedades medicinales fueron ya descritas por Dioscórides, médico griego del siglo I d. de C., aunque no fue utilizado seriamente en este campo hasta el siglo XVI, cuando se convirtió en un importante fármaco, debido a Paracelso. La mina de mercurio más importante del mundo se encuentra en Almadén, provincia de Ciudad Real (España), y aunque es difícil de precisar la fecha de su descubrimiento, se cree que está comprendida entre los años 400, y 150 antes de Cristo. Después, de unos 2.100 años de utilización, Almadén es todavía la mayor fuente de mercurio del mundo. No mucho después de la conquista de Perú, se descubrió una mina de *cinabrio* (sulfuro mercúrico, SHg) en Huancavelica (Perú). La producción de mercurio en esta mina, denominada Santa Bárbara, comenzó en 1566 y hubo un período en que llegó a producir más que la de Almadén. Parece ser que tanto en este caso, como en el de la mina de Nueva Almadén (California), el aumento de producción fue debido a que se necesitaba mercurio para emplearlo en la extracción de oro y plata de minas cercanas, ya que estos metales se unen a él, formando amalgamas de las que posteriomente pueden ser recuperados con facilidad.

OBTENCIÓN

Los métodos de extraer el metal de sus minerales han cambiado muy poco, debido a su sencillez. El cinabrio, de color rojo, es el mineral de mercurio más importante. Cuando este mineral se calienta



Una de las aplicaciones más comunes, pero no menos importante, del mercurio es su uso en la fabricación de termómetros.

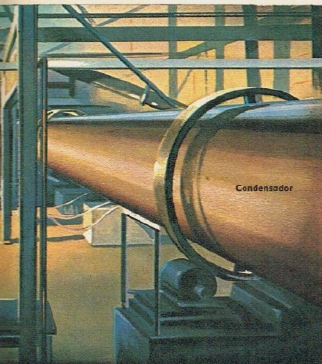


El "cinabrio" es el mineral del que se extrae el mercurio.



Cada mina de mercurio utiliza su propio tipo de bidones

El mercurio se almacena en bidones de acero, cada uno de los cuales contiene 34,5 Kg.



El mineral se pulveriza primero y se calienta en un horno especial. Al descomponerse por el calor del sulfuro, se desprende vapor de mercurio, el cual pasa de los hornos rotatorios a los refrigerantes, a través de unas tuberías.

suficientemente, se descompone en sus elementos. Los hornos de extracción emplean, generalmente, gas o petróleo como combustible. El mercurio destila en fase de vapor, y, al enfriarse éste en un refrigerante apropiado, se obtiene el mercurio líquido. Esta operación puede ser llevada a cabo fácilmente en el laboratorio. La sencillez de este procedimiento se demuestra prácticamente por el hecho de que en México muchos "buscadores" de mercurio lo destilan ellos mismos, para lo cual utilizan pequeñas vasijas de destilación que se exponen al fuego, permitiendo que el vapor de mercurio que se desprende pase a través de un serpentín, refrigerado con agua, en donde el mercurio se condensa. Existen firmas dedicadas a la compra del mercurio obtenido así, muy similares a los "bancos" dedicados a transacciones análogas en la época de la fiebre del oro. Las impurezas sólidas que acompañan al mercurio pueden ser separadas filtrándolo a través de una gamuza. De este modo, se limpia también en el laboratorio el mercurio sucio. Cuando se requiere mercurio muy puro, se redestila después de filtrado, y luego se lava con ácido nítrico, para lo cual se deja caer el metal en forma de finas gotitas, a través de una columna que contiene una disolución del ácido. Finalmente, el mercurio puede ser purificado por electrólisis.

Como hemos indicado, el mercurio tiene la propiedad de "disolver" la mayor parte de los metales, formando amalgamas con ellos (una amalgama es una solución de un metal en mercurio). Afortunadamente, el hierro no forma amalgama, por lo que el mercurio puede ser almacenado en bidones de acero, que generalmente contiene cada uno 76 libras de dicho metal (unos 34,5 kilos). Es curioso el hecho de que el mercurio véndese en bidones de 76 libras desde el tiempo de los romanos. La producción mundial es de unos 230.000 de estos bidones al año, siendo España e Italia los principales productores.

PROPIEDADES

El mercurio es el único metal líquido a temperatura ambiente. Pero es un líquido, sin embargo, que presenta propiedades peculiares, ya que, por ejemplo, no moja las paredes del recipiente que lo contiene. Si introducimos un dedo en mercurio lo sacaremos completamente seco. Es muy denso, ya que pesa 13,6 veces más que el agua. Cuando se vierte mercurio en un tubo de ensayo ordinario, la fuerza que ejerce al caer sobre el fondo es tal, que generalmente provoca su rotura. Por ello, para su manejo han de utilizarse tubos de ensayo especiales.

No es sorprendente que el mercurio sea tan denso, ya que su peso atómico es de 200,6. Sus átomos tienen dos electrones en su capa externa, por lo que había de esperar que presentara *valencia 2*, y efectivamente, entra con ella en sus compuestos más estables, como, por ejemplo, en el óxido mercúrico (HgO) y en el cloruro mercúrico (Cl_2Hg). En los compuestos mercuriosos, este elemento entra con *valencia 1*, y así sucede en el cloruro mercurioso (Cl_2Hg_2) y en el sulfato mercurioso (SO_4Hg_2). El mercurio se combina a temperatura ambiente con el cloro y con el bromo, y se disuelve con facilidad en ácido nítrico concentrado. En cambio, los álcalis, o los ácidos clorhídrico y sulfúrico diluidos, no influyen en él.

Cuando se calienta mercurio en presencia de aire, se forman copos de óxido mercúrico sobre la superficie del metal. Si se prosigue el calentamiento, el óxido mercúrico formado se descompone en oxígeno y mercurio. De este modo determinó Lavoisier la proporción en que el oxígeno entra a formar parte del aire.

INTOXICACION POR MERCURIO

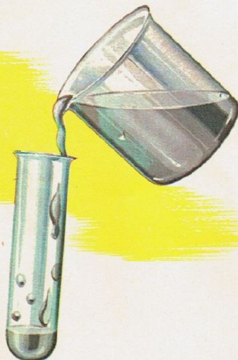
El vapor de mercurio y la mayor parte de sus compuestos son muy venenosos, y han de ser manejados con mucho cuidado. Por eso, en las fábricas que emplean estas sustancias se dictan normas rigurosas, las cuales han de ser rígidamente observadas por razones de segu-



En el rectificador de arco de mercurio, el metal es vaporizado mediante el ánodo auxiliar, y el vapor ionizado conduce la corriente de la red.

ridad. Aunque el mercurio puede ser absorbido por la piel, los envenenamientos ocurren, generalmente, por respiración del vapor.

La absorción cotidiana, durante muchos meses, de ínfimas cantidades de mercurio (del orden, por ejemplo, de una décima de miligramo), por vía digestiva o respiratoria, determina, con el tiempo, una intoxicación crónica que puede producir la muerte. Esta intoxicación es debida a un *proceso acumulativo* de mercurio en los tejidos, ya que este elemento se elimina muy lentamente. Su presencia en los tejidos provoca una disminu-



El mercurio es el único metal líquido a temperatura ambiente, y puede trasvasarse como cualquier otro líquido.

ción de la velocidad en el proceso de nutrición, y en el número de glóbulos rojos. Los principales síntomas de intoxicación por mercurio, los cuales van apareciendo progresivamente, son éstos: exceso de salivación, inflamación y ulceración de las encías y de la mucosa bucal, trastornos digestivos, irritabilidad especial, temblores que se extienden progresivamente desde los miembros superiores a todo el cuerpo, trastornos mentales, pérdida de la memoria y, en algunos casos, parálisis.

Por ello, no es raro que tanto en las minas como en las plantas de producción de mercurio y en las fábricas de termómetros, barómetros, rectificadores y otros aparatos eléctricos, en donde se trabaja con este metal, se tomen medidas especiales para combatir la intoxicación. El mercurio, aunque su punto de ebullición es relativamente alto, tiene una presión de vapor apreciable a temperatura ambiente, y en los laboratorios donde su utilización resulta habitual, es frecuente que haya esparcidas por el suelo pequeñas gotitas de él, cuya limpieza total es muy difícil. En la actualidad, existen aparatos automáticos que miden de modo directo la presión de vapor de mercurio existente en un laboratorio, con lo que rápidamente puede determinarse si se está por encima o por debajo del nivel crítico, y tomar las oportunas medidas.

APLICACIONES

El mercurio se utiliza principalmente en la fabricación del cloro y de la sosa cáustica. En este proceso electrolítico, el mercurio hace de cátodo y en él se disuelve el sodio, formando una amalgama que es descompuesta para obtener la sosa cáustica y recuperar el mercurio.

El mercurio también se emplea en aparatos eléctricos. Las lámparas de vapor de mercurio y los tubos fluorescentes contienen mercurio en fase de vapor. Al ionizarse éste, conduce la electricidad, y los iones y moléculas excitadas emiten luz. El color de la luz emitida depende de la presión de vapor.

El mercurio forma el cátodo en los rectificadores de corriente que llevan su nombre, los cuales, como se sabe, transforman la corriente alterna en corriente continua. El rectificador está formado por un recipiente de vidrio al que se le ha hecho el vacío, un ánodo de hierro y un cátodo de mercurio. Cuando se enciende un arco entre el cátodo y un ánodo auxiliar, introducido, precisamente, para iniciar el proceso, se vaporiza una parte del mercurio, el cual, al ionizarse, puede conducir grandes intensidades de corriente en una sola dirección, con lo que se consigue rectificar la corriente alterna de entrada.

El mercurio es utilizado como elemento de contacto para cerrar y abrir circuitos, debido a que su estado líquido establece una excelente continuidad entre terminales y totaliza las superficies de contacto.

Otra de las aplicaciones, que no por ser más familiar deja de ser menos importante, es su utilización como líquido termométrico y como líquido barométrico.

Uno de los mayores defectos de las pilas secas es que sobre la superficie catódica se depositan burbujas de hidrógeno, impidiendo que la pila funcione convenientemente. La adición de sales mercúricas evita que ésto suceda, lo que ha permitido la fabricación de pequeñas pilas muy estables, que son utilizadas en satélites y en relojes de pulsera eléctricos.

APLICACIONES PRÁCTICAS DE LAS SALES DE MERCURIO

Las sales de mercurio son venenos útiles, por lo eficaces que resultan en el control de las infecciones por hongos y por bacterias, que aparecen en muchos procesos industriales de importancia. En agricultura, los *calomelanos* (protocloruro de mercurio sublimado) se utilizan para controlar el crecimiento del musgo en los prados. Para proteger de los hongos las semillas de muchas cosechas (especialmente cereales), durante la germinación, se emplean compuestos de fenilmercurio. Otros compuestos orgánicos mercuriales se utilizan en pulverizaciones, en el tratamiento de las plantaciones de algodón, de caña de azúcar, y en otros muchos procesos. También se añaden estos compuestos a ciertos tipos de pintura para prevenir su descomposición por las bacterias, y para impedir el crecimiento de hongos sobre la capa de pintura, una vez aplicada, pues en muchos casos, cuando ésta toma un aspecto sucio, se debe a dicho crecimiento.

La pintura fabricada a base de óxido mercúrico se utiliza para pintar los cascos de los buques e imposibilitar el crecimiento de mejillones y otros organismos de su especie, que, al incrustarse allí, pueden llegar a reducir considerablemente la velocidad del buque.

El agua utilizada en las fábricas de papel se trata frecuentemente con compuestos de mercurio, para eliminar las bacterias, ya que, de no hacerlo así, la pulpa se tornaría mucho más sucia y menos resistente, y para preservar ésta de las decoloraciones producidas por hongos que, de otro modo, sufriría durante el período de almacenamiento anterior a su manufactura. Las sales de mercurio sirven muy aficazmente para defender también una amplia gama de productos, como cueros y pieles, colas, cosméticos, plasma sanguíneo, etc.

USO DEL MERCURIO EN MEDICINA

Algunos compuestos de mercurio se emplean en medicina. Sus aplicaciones en este campo pueden encuadrarse en tres grupos: antisépticas, antisifilíticas y diuréticas. Probablemente, las primeras preparaciones medicinales a base de mercurio, eran ungüentos a los que se incorporaba sales insolubles de mercurio y mercurio metálico, y se utilizaban como un antiséptico general y en el tratamiento de distintas afecciones de la piel, principalmente las causadas por parásitos. Estas preparaciones permitían que los tejidos absorbiesen lentamente los iones de mercurio, los cuales podían ejercer su acción durante mucho tiempo.

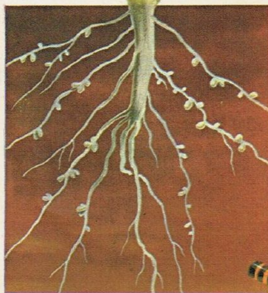
Desde el descubrimiento de los específicos de lucha contra la sífilis a base de bismuto o arsénico, más eficaces y menos tóxicos, y, sobre todo, desde el descubrimiento de los antibióticos, los compuestos de mercurio apenas se utilizan ya en el tratamiento de la sífilis. Las principales aplicaciones médicas de los compuestos de mercurio son como antiséptico y diurético.

SIMBIOSIS

En la naturaleza existen asociaciones estrechas entre organismos que no tienen ningún parentesco entre sí. Pueden existir entre plantas, entre una planta y un animal, o entre dos animales. Lo íntimo de la asociación y la proporción de los beneficios mutuos varía considerablemente. Por ejemplo, uno de los "socios" puede estar tan especializado que es incapaz de existir por sí solo. Tal es el caso de los parásitos. Las tenias, por ejemplo, no tienen intestino y dependen de su huésped, que les proporciona los alimentos ya digeridos. Este tipo de relación es la *parasitosis:* la tenia no sólo no proporciona ningún beneficio a su huésped, sino que éste puede sufrir perjuicios considerables. Otras asociaciones pueden ser menos íntimas —el caso de compartir la madriguera, por ejemplo— y se llaman *comensalismo*. Existen algunas asociaciones muy íntimas entre dos organismos que reciben beneficios mutuos, y es lo que se llama *simbiosis*.

Quizás el ejemplo más conocido de simbiosis es el que tiene lugar entre el cangrejo ermitaño y una anémona marina (por ejemplo, la *Adamsia*). Esta anémona se encuentra con frecuencia fija al caparazón que habita el cangrejo ermitaño. En su larga evolución, los cangrejos ermitaños han adquirido la costumbre de albergarse en los caparazones vacíos de moluscos como los caracoles marinos. La parte posterior del cuerpo ha perdido su dura cubierta, y, de otra forma, estaría sin protección. Cuando el cangrejo aumenta de tamaño, el caparazón le viene pequeño y debe encontrar otro mayor. Con frecuencia, una anémona marina se adhiere al refugio del cangrejo y llega a cubrir, incluso, parte del propio caparazón de éste. El cangrejo y la anémona conviven pacíficamente y aquél no necesita, así, cambiar de caparazón, ya que cada vez está más protegido por la anémona. Cuando el cangrejo se desplaza en busca de comida, la anémona viene a ponerse en contacto con nuevas fuentes de alimento. El cangrejo, indudablemente, se encuentra protegido por las células defensivas de la anémona.

Muchos protozoos y algas unicelulares viven en simbiosis con animales. Las células vegetales simbióticas son muy frecuentes en los protozoos planctónicos provistos de caparazón, como los foraminíferos y radiolarios. Los corales y otros animales pluricelulares de los mares tropicales presentan también esta forma de simbiosis. Es posible que este tipo de asociaciones haya surgido a causa de la







(Arriba) Las bacterias de los nódulos de las raíces viven simbióticamente en las raíces de las leguminosas. Fijan el nitrógeno atmosférico, formando moléculas orgánicas que contienen nitrógeno. La leguminosa puede obtener este nitrógeno a través de sus tejidos vasculares. A cambio, las bacterias obtienen azúcares. (Izquierda) Radiolario que contiene células simbióticas amarillas.



Las garzas y pájaros picabueyes acompañan a los grandes mamíferos salvajes. Las primeras se alimentan de los insectos puestos al descubierto por las pezuñas de éstos y pueden avisarles en caso de peligro. Los pequeños pájaros picabueyes les libran de los parásitos, que, a su vez, les sirven de alimento.

relativa carencia de minerales en la superficie de los mares cálidos. Los radiolarios tienen una capa espumosa de protoplasma rodeando la masa principal de éste. En esta espuma están embebidas numerosas plantas amarillas microscópicas. Estas plantas consiguen así un albergue y un suministro de alimentos, en forma de sustancias de desecho del radiolario. El oxígeno que las plantas producen en la fotosíntesis es accesible al radiolario, como lo son algunas sustancias alimenticias. Ya sólo por el hecho de usar los desperdicios, las plantas hacen un servicio al animal. Muchos celentéreos y algunos platelmintos contienen algas verdes *(Zoochlorella)*, que viven en sus tejidos. La hidra de agua dulce *(Hydra viridis)* debe su color verde a la presencia de las células de algas que existen en sus tejidos. Los corales, y especialmente los corales de los arrecifes, así como las anémonas de mar, tienen también simbiontes en sus tejidos. Recientemente, se ha comprobado que, en los arrecifes de coral, las algas no juegan ningún papel alimenticio, y que el oxígeno que producen no tiene ninguna relación con las necesidades de los corales. Desde luego, revisten importancia por el hecho de que utilizan las sustancias de desecho producidas por los corales, y es probable que esto mismo sea válido para las anémonas y para la hidra. Las algas se benefician en el albergue y en las sustancas de desecho. Una asociación más interesante es la que existe entre *Carteria* (un animal-planta) y el platelminto *Convoluta*. Este último, cuando es muy joven, vive como un platelminto normal, alimentándose de la misma manera que las otras formas libres. Sin embargo, muy pronto adquiere una serie de simbiontes, pierde su aparato digestivo, y se hace completamente dependiente de ellos para la alimentación. Los simbiontes consiguen un aporte de anhídrido carbónico y de materiales de desecho que contienen nitrógeno. También son trasportados a la luz por el animal en los momentos adecuados. El platelminto recibe alimentos y oxígeno, y se libra de las sustancias de desecho.

Los microorganismos simbióticos —las bacterias, hongos (levaduras) y protozoos— desempeñan un papel importante en la vida de numerosos insectos. Pueden albergarse en el intestino o en células especiales (*micetocitos*) que, frecuentemente, se agrupan en órganos llamados *micetomas*.

La mayoría de los termes tienen protozoos simbióticos en la parte posterior del intestino, que ingieren activamente las partículas de madera que el terme ha comido, y las descomponen. Las experiencias demuestran que los termes dependen grandemente de los protozoos en su alimentación, y que, si se elimina estos últimos, de forma que el terme no posea ninguno en el intestino, éste pierde peso rápidamente y muere.

Hay un terme que se alimenta de madera y que sólo puede crecer cuando la madera de la que se alimenta alberga un hongo. Algunas cucarachas, que también se alimentan de madera, tienen protozoos y bacterias en su intestino, y ciertas larvas de escarabeidos albergan bacterias capaces de digerir la celulosa.

Algunos piojos mordedores y muchos piojos chupadores tienen micetocitos que contienen bacterias y levaduras. Se ha podido ver que ciertas hembras de coleópteros rocían sus huevos con simbiontes contenidos en sacos especiales, en el momento de la puesta. Las larvas se infectan después del avivamiento de los huevos, cuando comen la cáscara de éstos.

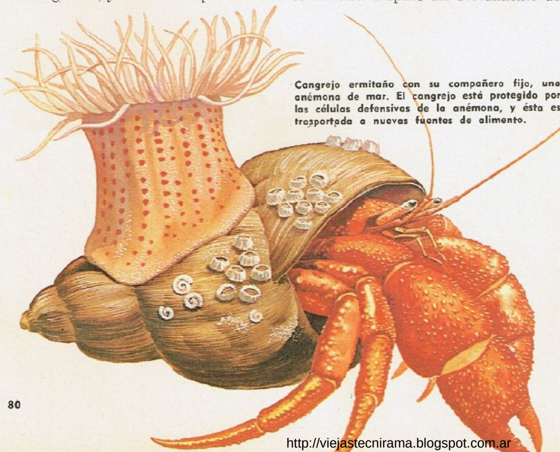
Los mamíferos albergan enormes cantidades de bacterias en su estómago e intestino. Los rumiantes como, por ejemplo, las vacas y las ovejas, tienen cámaras especiales en el estómago, en las que viven bacterias que se alimentan de la celulosa procedente de la hierba que su huésped ingiere. Con su actividad, las bacterias producen ácidos orgánicos sencillos (por ejemplo, ácido acético), que las vacas y las ovejas pueden absorber a través de la pared del intestino. Las bacterias también producen vitaminas (por ejemplo, vitamina B_{12}) en el intestino. Esta puede ser la única fuente de esas sustancias esenciales. En los conejos y en el caballo, las bacterias simbióticas se albergan en cámaras o *ciegos* del intestino grueso.

Hay varias asociaciones bien conocidas entre pájaros y grandes animales salvajes. Las garzas picabueyes, por ejemplo, pueden verse, a menudo, en compañía de los búfalos y los elefantes, y se dan un banquete con los insectos puestos al descubierto por las pisadas de estos animales. Las garzas parecen darse cuenta, antes que los grandes mamíferos, del peligro que puede avecinarse, y es muy probable que sus movimientos, en ese caso, puedan servir para avisar a sus enormes compañeros.

Un espectáculo frecuentemente observado en África, es el de los pequeños pájaros picabueyes corriendo sobre los lomos de los hipopótamos y los rinocerontes. Estos pájaros liberan a sus compañeros de insectos perjudiciales y molestos y, al hacerlo, obtienen alimento abundante.

En el mundo vegetal, hay muchos ejemplos de simbiosis. Las bacterias de las nudosidades de las leguminosas (por ejemplo: trébol, alfalfa) infectan las raíces de éstas. Algunas orquídeas y brezos están asociadas con hongos (estas asociaciones se llaman *micorrizas*), y lo mismo hacen árboles forestales como el haya y el pino.

Los líquenes son plantas singulares formadas por la unión de un hongo y un alga. Desempeñan un papel importante en la formación del suelo, siendo los primeros que colonizaron las rocas. Las sustancias que producen disgregan las rocas, y las finas partículas producidas son arrastradas por la lluvia, formando suelos. Consisten en células de algas embebidas en un fieltro formado por filamentos de hongos. Las algas que se encuentran en los líquenes son muy semejantes a las formas libres, pero los hongos son incapaces de llevar una existencia independiente. El alga queda protegida en el líquen y recibe humedad, mientras que el hongo absorbe los materiales alimenticios que el alga fabrica por fotosíntesis.



Cangrejo ermitaño con su compañero fijo, una anémona de mar. El cangrejo está protegido por las células defensivas de la anémona, y ésta es trasportada a nuevas fuentes de alimento.

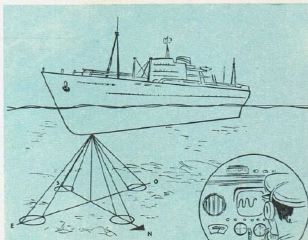
NUEVAS REALIDADES, NUEVOS TÉRMINOS

NORBERT WEINER

Con la muerte del hombre de ciencia Norbert Weiner, el mundo ha perdido uno de sus más originales matemáticos. Las ideas de Weiner cautivaron a éstos y a los científicos, y han tenido una amplia repercusión en el normal desenvolvimiento de la vida del hombre. Durante uno de sus períodos intensamente creadores (hacia 1940), fundamentó las bases de una nueva disciplina: la cibernética. Fue, en principio, un intento de dominar la organización y planificación de cualquier sistema activo, desde la célula o las sociedades animales, hasta el maquinismo industrial. Hace veinte años, Weiner predijo que estos conceptos jugarían un papel de máxima importancia en lo que él denominó **segunda revolución industrial.** Como en muchas otras ocasiones, las revolucionarias ideas de N. Weiner no siempre fueron bien acogidas al principio, pero cuando al final de la guerra los países que entraron en ella se replantearon el problema de reedificar sus industrias y sus economías, la verdadera esencia de sus predicciones fue prontamente reconocida.
La cibernética es el tema más comúnmente asociado con N. Weiner. Los matemáticos, sin embargo, le recordarán por su sobresaliente labor en matemáticas puras. Para otros muchos, será quizás más importante su intensa preocupación por las implicaciones humanas relativas a sus teorías del control automático. En cualquier caso, todo el que haya leído su "Cibernética" podrá deducir que Norbert Weiner ha jugado un importantísimo papel en la estructuración de la sociedad de la segunda mitad del siglo XX.

DETERMINACIÓN AUTOMÁTICA DE LA POSICIÓN Y RUMBO DE UN BUQUE

Casi todos los pilotos de los aviones modernos utilizan el radar en conjunción con el efecto Döppler, para medir su rumbo y su velocidad relativa a la superficie de la Tierra. Para ello, desde el avión se emiten en cuatro direcciones cuatro haces de radiofrecuencias. Interpretando debidamente los desplazamientos de frecuencias sufridos por estos rayos al ser reflejados, el piloto logra tener una información exacta del movimiento de su avión.
Los barcos pueden ahora utilizar un aparato basado en el mismo principio. La nueva técnica ha sido puesta a punto por la Raytheon Company, de los EE. UU., y en ella se utiliza, en lugar de radar, una unidad sonar. Entre el sistema acústico de los barcos y el equipo electrónico utilizado por los aviones, existe, por lo demás, una gran analogía; se emiten ultrasonidos en las cuatro direcciones de la brújula: norte, sur, este y oeste, formando un ángulo de 45° con la horizontal (véase ilustración). Cuando en el barco se reciben las señales reflejadas en el fondo del mar, su frecuencia ha sido modificada en una magnitud que depende de la componente de la velocidad del buque en cada una de las cuatro direcciones. Utilizando las ecuaciones del bien conocido efecto Döppler, es posible deducir el efecto de la velocidad de una fuente trasmisora sobre la frecuencia de las ondas emitidas. Los desplazamientos de las frecuencias en cada una de las cuatro direcciones se comparan en un ordenador, cuya salida está acoplada a un motor eléctrico que mueve una pluma, para registrar sobre un gráfico la posición y dirección del movimiento del buque.



Utilizando una unidad "Sonar", un barco emite ultrasonidos en las cuatro direcciones: norte, sur, este, oeste. Mediante el análisis de los sonidos reflejados, se orienta la nave.



CORREO DE LECTORES

Comunique sus dudas u objeciones a **TECNIRAMA,** a la dirección del distribuidor en su país. No olvide indicarnos cuáles son los temas de lectura que prefiere

CONSULTAS AGRUPADAS

S. G. D. Me interesa saber cuál es el avión bombardero más rápido del mundo.
El avión de este tipo más rápido del mundo acaba de construirse en Estados Unidos. Puede alcanzar la velocidad Mach 3 que equivale a unos 3.200 kilómetros por hora. Se trata del prototipo B-70 que posiblemente no llegue a construirse en serie jamás, ya que su utilidad bélica es dudosa en estos tiempos de proyectiles cohete.
No obstante, durante su construcción se han resuelto innumerables problemas técnicos que suponen un avance extraordinario en el campo de la aeronáutica. Por ejemplo, este avión tiene una autonomía de 6.200 kilómetros y puede volar a alturas de 18.000 metros. Por tanto, el trabajo invertido en este avión no es labor perdida, hasta el punto de que, posiblemente, el prototipo servirá de base para construir los futuros aviones de línea comerciales de los Estados Unidos.

M. D. P. ¿Cuáles son las principales características de la presa de Asuán?
Para 1969 se espera ultimar el proyecto completo del embalse de Asuán.
El dique tendrá una altura de 111 m., longitud 5.000 m., y una anchura en la base de 980 m.
La capacidad de embalse será de 130.000 millones de m³., y su longitud, de unos 600 Km., de las cuales el 60 % aproximadamente, están en suelo egipcio y el resto en el Sudán.
En potencia hidroeléctrica, se espera superar los 10.000 millones de kilovatios-hora.
Los beneficios para la agricultura supondrán un aumento de la producción agrícola, en un 50 % para ambos países.

M. C. ¿Qué significa H. T.? ¿Qué nación tiene más canales de televisión? ¿Cuántos satélites se han lanzado al espacio, hasta el día de hoy?
Efectivamente, como usted supone, H. T. son las siglas de "High Tension" o Alta Tensión en idioma castellano.
En cuanto a su pregunta sobre televisión, en otra sección de este mismo número (**y para concluir . . .**) tiene la respuesta idónea, junto con otros datos interesantes. Estados Unidos, sin duda, es el país que tiene más emisoras de televisión, y, presumiblemente, debe ser el que utilice más canales. Sin embargo, creemos que es Egipto el país que en el mundo dedica más horas del día seguidas a programas de televisión.
En un próximo número dedicaremos una sección a comentar los distintos tipos y características de los satélites artificiales lanzados hasta ahora.

D. R. ¿Cómo podría conservar plantas en un herbario?
Inmediatamente después de haberlas recogido, se coloca cada planta en el interior de una hoja de papel secante o de estraza. Cuando se ha preparado de este modo toda la recolección, se hace un paquete del modo siguiente:
3 hojas dobles de papel de estraza; luego una hoja con la planta correspondiente; después 3 hojas de papel de estraza por encima, otra hoja con la planta, y así sucesivamente.
Cuando se ha terminado el paquete, se coloca encima de una mesa en una habitación donde no haya demasiada humedad, y se cubre con una tabla, sobre la que se coloca un peso (unos 5 kilos).
Al día siguiente, se extiende el conjunto durante 5 a 6 horas en la habitación seca, y se vuelve a hacer el paquete como el día anterior. Se repite la operación varios



CORREO DE LECTORES

días, hasta que todas las plantas estén totalmente secas. Hasta el momento no se han descrito procedimientos para evitar que las hojas pierdan el color verde de la clorofila. Algunas plantas lo conservan naturalmente durante cierto tiempo; otras amarillean muy rápidamente.
Para evitar el deterioro del herbario por los insectos, o los mohos, existen varios procedimientos. Se puede colocar el herbario en un armario que contenga bolillas de naftalina, o bien alcanfor o ácido fénico. También se pueden envenenar las plantas con bicloruro de mercurio. Se disuelven 40 gramos de bicloruro de mercurio (veneno muy activo; hay que tener mucho cuidado al manipularlo) en 1 litro de alcohol de 75°. Se coloca esta disolución en una batea y se sumergen en ella las plantas, una por una, sujetándolas con unas pinzas de madera; luego se van colocando las plantas, sucesivamente, sobre hojas de papel, para que se sequen. Se puede utilizar también sulfuro de carbono, pero no es aconsejable porque sus vapores son muy inflamables y hay peligro de explosión.

N. R. ¿Existe alguna diferencia entre porciento y porcentaje?
Se trata de la misma cosa. Por ejemplo, si hemos hecho una compra a 100 y vendemos a 130, hemos hecho un beneficio del 30 %; o bien, el porcentaje de beneficios ha sido de un 30. El cálculo del porcentaje puede hacerse sobre el precio al que compramos, o sobre el precio al que vendemos. En el ejemplo anterior tenemos, en el primer caso, un beneficio del 30 %; en el segundo, del 23 % y una pequeña fracción.

R. D. M. ¿Cuál es el mayor cráter formado por un meteorito, el de Ries (Baviera) o el de Chubb (Canadá)?
El mayor cráter de los formados por meteoritos es el de Chubb en el norte del Canada. Pero es difícil saber con certeza si un cráter es de origen meteórico o no; por esto, a veces se dan datos sobre algunos cuyo origen se ignora, y esto es lo ocurrido con el Ries. Si se demostrara plenamente que es de origen meteorítico, sería el mayor.

Y PARA CONCLUIR...

EL PROGRESO DE LA TELEVISIÓN EN EL MUNDO

El número de receptores de televisión que hay en el mundo alcanza ya la cifra total de 134.085.900; y el de estaciones emisoras, 1.771. De los receptores, 122.335.900 se encuentran en el mundo libre, y el resto en los países socialistas; la proporción de emisoras es todavía más favorable para el primero.
Una distribución más detallada se presenta en la tabla siguiente:

	Receptores	Emisoras
América del Norte	63.330.000	740
América Central	472.150	37
América del Sur	4.188.200	66
Europa Occidental	37.389.000	371
África	159.550	22
Oriente Medio	491.500	28
Bloque comunista	11.750.000	171
Extremo Oriente	14.455.500	300
Australia y Nueva Zelandia	1.850.000	36

LOS MURCIÉLAGOS

Son mamíferos voladores, cuyos miembros anteriores se han trasformado en órganos de vuelo. Por ello, las clavículas son robustas y encorvadas, y el esternón presenta una quilla para la inserción de los músculos pectorales. El antebrazo es mucho más largo que el brazo. De los dedos, el pulgar es relativamente pequeño en comparación con los demás, que forman el soporte de una membrana aliforme que se extiende por los lados del cuerpo, abarcando los miembros posteriores y la cola.
Los murciélagos son de hábitos nocturnos; por eso sus ojos son pequeños, pero sus oídos están provistos de orejas grandes y membranosas, casi siempre acompañadas de órganos accesorios de gran sensibilidad.
Se dividen en dos subórdenes: Megaquirópteros (murciélagos grandes comúnmente frugívoros) y Microquirópteros (murciélagos pequeños frecuentemente insectívoros).
Entre los primeros se encuentran el panique o kalong (**Pteropus edulis**) de Filipinas, cuya envergadura alcanza los 1,60 metros, y el **Xantharpyia collaris**, que habita en las pirámides de Egipto.
Entre los segundos están el murciélago herradura (**Rhinolophus ferrumequinum**), muy común en España; el falso vampiro (**Vampyrus spectrum**), el mayor de este subgrupo pues su envergadura llega a los 75 cm., que se alimenta exclusivamente de frutos e insectos. El verdadero vampiro, o mordedor, es el **demodus rotundus**, de hábitos hematófagos, que muerde a los vertebrados de sangre caliente. En el norte argentino causa graves daños a la ganadería, pues contagia la rabia paresiante. El Serotino (**Vespertilio serotinus**) que se encuentra en casi todo el mundo; y otros géneros de menor importancia.

EL GENIO INTRÉPIDO

A fines del siglo pasado flotaba ya en la atmósfera científica la idea de que al ordenar los elementos por peso atómico creciente aquellos de propiedades químicas comparables reaparecían en forma periódica. Por ejemplo, la serie alcalina litio-sodio-potasio-rubidio-cesio, o los halógenos flúor-cloro-bromo-yodo (algunos fueron descubiertos después).
Pero, a pesar de que en los más livianos dicha repetición tenía lugar de ocho en ocho y en los más pesados cada dieciocho elementos, había muchas lagunas y contradicciones.
Dimitri Mendeleiev elaboró una tabla en cuyas casillas se ordenaban en forma horizontal los pesos atómicos y vertical las "familias" de elementos químicamente similares.
Pero en su época se conocían menos de 45 cuerpos simples de los 103 que hoy forman la tabla periódica. El mérito capital del sabio ruso consistió en considerar que las fallas y vacíos del cuadro no eran imputables a éste, sino a los químicos que aún no habían descubierto el elemento destinado a intercalarse en el lugar que se le reservaba.
Así Mendeleiev vaticinó sin errores el peso atómico probable de varios elementos desconocidos, sus propiedades químicas esenciales y hasta las probables combinaciones naturales en cuyo interior se ocultaban.
Hubo dificultades. Fue necesario invertir, sin razón plausible, el potasio y el argón (hoy sabemos que una variedad de este último posee un neutrón más en su núcleo). Tampoco se sabía que la primera órbita periférica del átomo se satura con dos electrones (hidrógeno-helio), la siguiente con ocho, etc.
Pero a pesar de su carácter empírico y sus enormes carencias, la tabla de Mendeleiev resultó un arma prodigiosa para la investigación científica y fue inmenso su buen éxito.

FRASE DE LA SEMANA

Dijo Alejandro Fleming (1881-1955): "La diosa Fortuna se ha mostrado complaciente conmigo en más de una forma, y yo he procurado agradecérselo trabajando bien".

PRECIOS DE VENTA (Rigen también para los números atrasados)

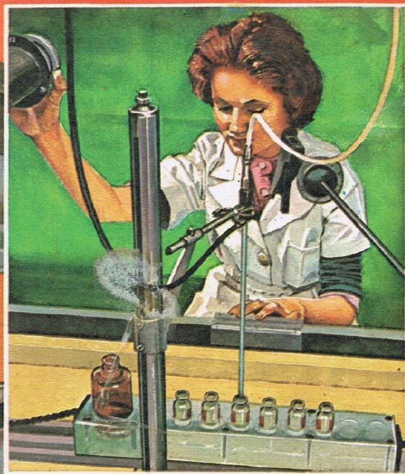
ARGENTINA,	Pesos	35.—	ECUADOR,	Sucres	6.—	*HONDURAS,	Lempiras	0,60	PERÚ,	Soles	10.—
*COLOMBIA,	Pesos	3.—	*EL SALVADOR,	Colones	1.—	*MÉXICO,	Pesos	3,50	*PUERTO RICO,	Dólares	0,30
*COSTA RICA,	Colones	2.—	ESPAÑA,	Pesetas	18.—	*NICARAGUA,	Córdobas	2.—	*R. DOMINICANA,	Pesos	0,30
*CHILE,	Escudos	1.—	*GUATEMALA,	Quetzales	0,30	*PANAMÁ,	Balboas	0,30	URUGUAY,	Pesos	4,50
									*VENEZUELA,	Bolívares	1,50

Aparece todas las semanas
* Distribución a partir del 9 de noviembre de 1964.

Nº 57

tecnirama

ENCICLOPEDIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA ®



CONSEJO DE ASESORES DE TECNIRAMA

SUPERVISOR CIENTÍFICO DE LA VERSIÓN CASTELLANA:
Jesús MORCILLO RUBIO, doctor en ciencias y catedrático de la Universidad de Madrid.

AUTORES CONSULTADOS SOBRE TEMAS ESPECIALES DE ESTE NÚMERO: J. KISTEMAKER (Univ. Amsterdam) y J. BIGELEISEN (Brookhaven National Laboratory), producción de isótopos. M. J. PELCZAR (Univ. de Maryland), Robert Koch, bacteriólogo. E. R. ROBERTS (Imperial College, Londres), cómo se producen gases en el laboratorio. J. C. SLATER (M.I.T.) y J. MORGAN (Texas Christian University), la luz ultravioleta. F. H. NORTON (M.I.T.), fabricación de ladrillos. J. H. WOODGER (Univ. Cambridge) y J. FUSET TUBIA (Univ. Barcelona), los sentidos de los peces. D. P. SHOEMAKER (M.I.T.), calor latente. P. GRAY (Univ. Pittsburgh), para qué sirve un micrótomo. M. ARIAS PAZ (Escuela Automovilismo del Ejército, Madrid), la caja de cambios.

TECNIRAMA ®, Enciclopedia de la ciencia y la técnica de hoy, es una obra sistemática que se publica en forma de semanario encuadernable. Una vez eliminadas las cubiertas de los ejemplares, las páginas interiores numeradas forman un curso progresivo. Dichos fascículos se coleccionan cómodamente en prácticas tapas-libro para trece números cada una, que aparecen trimestralmente e incluyen los índices temáticos y alfabéticos completos del tomo.

Publicada en Argentina por

EDITORIAL CODEX S.A.

BOLIVAR 578 BUENOS AIRES



AÑO II
TOMO V
Nº 57

SUMARIO

Distribuidores, agentes de suscripciones y venta de ediciones anteriores: ARGENTINA: Distribuidora Universal S.R.L., Herrera 513, Buenos Aires. **COLOMBIA:** Editorial Publex Colombiana, Carrera 7ª Nº 13-58, Bogotá. **COSTA RICA:** Carlos Valerín Sáenz y Cía., Apartado 1924, San José. **CHILE:** Cía. Chilena de Ediciones S.A., Santo Domingo 1175, Santiago. **ECUADOR:** Muñoz Hnos., Bvard. 9 de Octubre 732, Guayaquil. **EL SALVADOR:** Librería Hispanoamérica, Emilio J. Simón y Cía., 1ª calle Oriente y 4ª Avenida Norte, San Salvador. **ESPAÑA:** Distribuidora Europea de Publicaciones (DISEUROPA), Córcega 414, Barcelona. **GUATEMALA:** De La Riva Hnos., 9ª Avenida 10-34, Guatemala. **HONDURAS:** Librería Navarro, Calle Real, Comayagüela DC. **MÉXICO:** Distribuidora Publex S.A. (DISPLUBEX), Dir. responsable Marcial Frigolet Lerma, Bolívar 154, México, D.F. **NICARAGUA:** Ramiro Ramírez Valdez, Avda. Bolívar Sur 302 A, Managua. **PANAMÁ:** José Menéndez, Apartado 2052, Panamá. **PERÚ:** Central Peruana de Publicaciones S.A., Avda. Bolivia 154, Lima. **PUERTO RICO:** Matías Photo Shop, Fortaleza 200, San Juan. **REPÚBLICA DOMINICANA:** Librería Dominicana, Mercedes 49, Santo Domingo. **URUGUAY:** Distribuidora Paysandú S. A., Luis P. Ponce 1432, Montevideo. **VENEZUELA:** Distribuidora Guaicaipuro C. A., Principal a Santa Capilla 4, Caracas.

TEMA DE LA CUBIERTA:

PRODUCCIÓN DE ISÓTOPOS. — Manejo de sustancias radiactivas. Un técnico realiza experiencias con materiales radiactivos a través de un muro protector. (En recuadro) Llenado de recipientes con líquidos radiactivos.

Correo Argentino Central B — TARIFA REDUCIDA — CONCESIÓN Nº 7271

Imprimió Cía. Fabril Financiera Iriarte 2035, Bs. As., Argentina



NOTICIAS DE HOY

Nuevos estudios de ingeniería. La Universidad de Tulane ha introducido cambios en la formación de los ingenieros. Según Dean L. H. Johnson, de la Escuela de Ingeniería, el nuevo programa reconoce el hecho de que los ingenieros de hoy trabajan en problemas más variados y complejos. Se ofrece una nueva posibilidad, además de los cuatro programas básicos (mecánica, civil, eléctrica y química), que tiene dos partes principales: la clásica de ingeniería, matemáticas y ciencias, y otra especial, para cada estudiante en particular, que le propone un comité de miembros de otras facultades e ingenieros prácticos. Este año, los estudiantes han elegido campos tales como ingeniería biomédica, fuentes de energía, dirección de empresas, ingeniería aeroespacial, etc.

Agua potable del mar. El calor necesario para convertir el agua del mar en agua potable será proporcionado por la combustión de residuos. La ciudad de Hempstead ha contratado, con la AMF'S Maxin Division, la compra de cuatro evaporadores, que proporcionarán cerca de 2 millones de litros de agua potable por día. Las unidades, que están construidas con una aleación de níquel, cobre y otros metales, no férreos, suministrarán agua con porcentajes mínimos salinos.

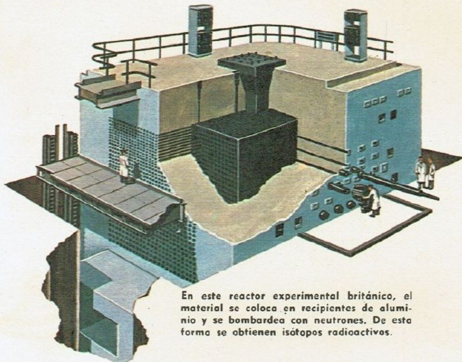
Suaves pisadas. — Los campos de minas constituyen un gran peligro en las guerras modernas. Al pisar los soldados o al pasar los vehículos militares las minas explotan, causando la destrucción. Recientemente, el ejército inglés ha ensayado un nuevo calzado anti-mina, que permite caminar sobre un suelo minado sin peligro. Se trata de un calzado liviano que mide 70 centímetros de largo y 18 de ancho. Al abarcar tan amplia superficie se distribuye el peso del cuerpo, imposibilitándose la explosión de la mina. La invención es de interés militar porque los fabricantes de minas terrestres no pueden aumentar más su sensibilidad, ya que, de hacerlo, explotarían al menor contacto y su manejo, traslado y colocación serían imposibles.

Maestros del maquillaje. — En la Costa de Marfil, en el corazón del antiguo reino africano de Dahomey, vive un curioso pueblo, los **fons**. Se considera que poseen, en grado sumo, el arte del maquillaje. En honor de sus **vodoun** o fetiches, se realiza anualmente una ceremonia con danzas de gran espectáculo. Las mujeres que van a tomar parte se pintan el rostro con vivos colores y curiosas y variadas combinaciones de maquillaje. En cada aldea hay uno o dos maquilladoras experimentadas, que empleando caolín coloreado con tintes vegetales y minerales, supervisan y dirigen la operación del maquillaje colectivo.

NOTICIAS DE MAÑANA

La salud en el espacio. El hombre soporta perfectamente las grandes velocidades (28.000 km/h) necesarias para que un vehículo gire en el espacio como satélite de la Tierra. Para alcanzarlas, son necesarias grandes aceleraciones que el hombre, en cambio, soporta muy mal, si no toma precauciones especiales.
En el curso de aceleraciones importantes, el desplazamiento de las vísceras somete a violentas tracciones los pedículos, y provoca la aparición de dolores abdominales y torácicos.
La posición menos sensible a las grandes aceleraciones es la sentada, porque en ella la tolerancia del cuerpo humano mejora considerablemente y, con un entrenamiento progresivo, los cosmonautas llegan a soportar aceleraciones del orden de 14 a 15 campos gravitatorios.

Nuevo avión de transporte. — La casa constructora de aviones Corvair tiene en estudio por su equipo técnico, e incluso está ya preparando modelos a escala, un avión para transporte de carga verdaderamente revolucionario. Para el despegue y aterrizaje utilizará la energía de las radiaciones solares, y en su aspecto y funcionamiento será una combinación de aeroplano y **hovercraft** (el **hovercraft** es un vehículo sin ruedas ni hélices que se traslada sobre un colchón de aire, a unos cuarenta centímetros de altura, igual sobre tierra que sobre agua).



En este reactor experimental británico, el material se coloca en recipientes de aluminio y se bombardea con neutrones. De esta forma se obtienen isótopos radiactivos.

PRODUCCIÓN DE ISÓTOPOS

En un período de quince años, la producción y utilización de los isótopos, especialmente de los isótopos *radioactivos,* ha adquirido una gran importancia práctica. Ello se debe a que los isótopos radioactivos se utilizan ampliamente, tanto en medicina como en tecnología.
El uso creciente de los isótopos ha estado ligado al desarrollo del reactor nuclear (el corazón de la moderna central nuclear), ya que constituye el medio para producir con facilidad isótopos relativamente económicos.

QUÉ ES UN ISÓTOPO

Todas las materias están formadas por átomos: un elemento químico se compone de átomos iguales, es decir, que se comportan de la misma manera en un experimento químico. Sin embargo, se ha encontrado que no todos los átomos de ciertos elementos son exactamente iguales, aunque químicamente se comporten igual. Los elementos que poseen más de una clase de átomos, se dice que tienen más de un isótopo; los isótopos, pues, son formas diversas de átomos de un mismo elemento. Del cinc se conocen cinco isótopos naturales y del estaño, diez; este elemento es el que tiene más isótopos naturales.

El estaño presenta el más elevado número de isótopos naturales: ninguno es radioactivo. Los pesos atómicos de estos isótopos son: 112, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 122, 124. Los diez isótopos se comportan químicamente igual, pero tienen pesos ligeramente distintos. Los más frecuentes son: 116, 118 y 120.

La diferencia real que existe entre los isótopos de un elemento radica en que unos pesan más que otros.
Esto sucede porque, aunque todos ellos tienen el mismo número de protones, el de neutrones es distinto, y, por tanto, sus masas son diferentes. Tal hecho tiene importancia porque permite la separación de los isótopos de un elemento.
Algunos de los isótopos que se encuentran naturalmente son *radioactivos,* es decir, sus átomos emiten radiaciones que pueden ser partículas cargadas eléctricamente, o una clase de ondas de radio. A estos isótopos se les llama, con frecuencia, *radioisótopos.* La gran mayoría de los isótopos naturales no emiten radiaciones y se denominan *isótopos estables,* aunque muchos de estos isótopos se pueden convertir en radioactivos, por medios artificiales.
Un método adecuado para identificar gráficamente los isótopos consiste en escribir su símbolo químico y a continuación su peso atómico particular. Por tanto, el carbono, del que existen dos isótopos naturales de pesos atómicos 12 y 13, se escribirá C-12 y C-13, según los casos.

CÓMO SE PRODUCEN LOS ISÓTOPOS

Para cambiar la forma isotópica de un átomo, es necesario cambiar la estructura interna de su núcleo. Esto sólo se puede conseguir introduciendo partículas en su interior. Existen tres clases de partículas adecuadas a estos fines: el *protón,* átomo de hidrógeno que, al perder su electrón, se ha transformado en un ion con carga positiva; el *neutrón,* de igual masa que el anterior, pero sin carga eléctrica, y el *deuterón,* que no es otra cosa que un protón y un neutrón unidos. Los protones y los neutrones son las partículas que constituyen el núcleo de cualquier átomo.
El uso de protones y deuterones, ambos cargados positivamente, entraña una dificultad, ya que el núcleo del átomo también tiene carga positiva, y, en consecuencia, para que entren en él se precisa lanzarlos a altas velocidades. De este modo, se consigue superar la repulsión que presentan las cargas del mismo signo.
Desde 1931, los científicos se afanaron en diseñar y construir aparatos cada vez más potentes para acelerar partículas cargadas eléctricamente, y, de esta forma, investigar los secretos del átomo cuando se bombardea con ellas el núcleo. Estas máquinas han proporcionado también métodos adecuados para obtener isótopos. y aún se utilizan hoy día para tal menester. Quizá la más conocida de ellas sea el *ciclotrón,* que sirve para acelerar protones y deute-

rones. Los elementos cuyos átomos se desea cambiar se colocan como blanco en el camino de los protones o deuterones que abandonan el ciclotrón a altas velocidades; los átomos que se modifican y que, por tanto, constituyen nuevos isótopos se pueden separar de los que no han sido afectados.

Sin embargo, el ciclotrón es una máquina de funcionamiento costoso, ya que consume una gran cantidad de electricidad y de tiempo, para poder obtener cantidades manejables del nuevo isótopo. Por ello, se utiliza poco en la actualidad, excepto para producir un tipo de isótopos llamado "isótopos incompletos de neutrones", que no se puede obtener por el método usual del reactor nuclear.

El neutrón es la partícula ideal para introducirla en un núcleo de un átomo, porque no tiene carga eléctrica y, en consecuencia, no puede ser afectado por las cargas positivas del núcleo.

Pero esta falta de carga es, por otro lado, un gran inconveniente, porque hace muy difícil la aceleración de las partículas. Sólo a partir de 1948, es decir, cuando se construyó el primer reactor nuclear, se pudo conseguir suficiente cantidad de neutrones para la obtención de isótopos.

El reactor nuclear constituye una fuente de energía, debido a las propiedades radioactivas de los átomos de uranio que encierra; la radiación implica desprendimiento de calor, que se puede utilizar para calentar agua, generar vapor que accione una turbina y producir electricidad. En esencia, éste es el proceso de una central nuclear. Durante la operación, tiene lugar entre los átomos una serie de reacciones, en las que se liberan neutrones que circulan por el interior del reactor.

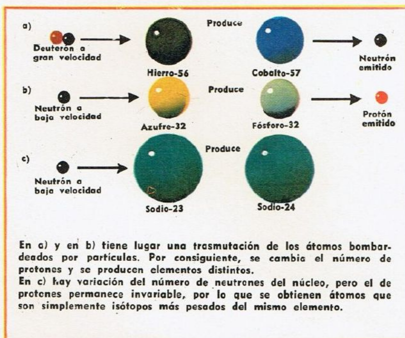
Las sustancias, de las que se quiere producir nuevos isótopos, se colocan en unos recipientes sobre una cinta transportadora. Ésta los conduce al centro del reactor, que es donde los núcleos tienen la mayor probabilidad de capturar neutrones. Cuando el núcleo adquiere un neutrón (proceso que se llama *absorción de neutrones*), cambia su estructura y, si se ha escogido bien el elemento inicial, se obtiene el isótopo deseado. Al cabo de algún tiempo, la cinta transportadora saca el isótopo al exterior del reactor.

Este método constituye la manera más conveniente para producir la mayoría de los radioisótopos que hoy día se utilizan, cada vez más ampliamente. El problema de suministrar neutrones para nuevos isótopos no existe en los reactores. En el *Instituto para la Investigación de la Energía Atómica de Harwell* (Inglaterra), está el más antiguo reactor (1948) que se ha utilizado para estos fines; más de un millón de neutrones cruzan por segundo un área pequeñísima.

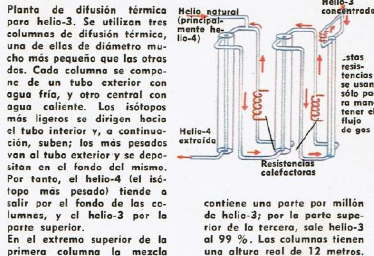
Pero, a pesar de este gran número de neutrones, sólo se obtiene un átomo de nuevo isótopo por cada cien millones de átomos del primitivo, porque únicamente en esta proporción se introducen neutrones en los núcleos. Aunque esta pequeña porción puede ser suficiente para ciertos fines, con frecuencia se necesitará concentrar el nuevo isótopo en la mezcla.

Esto será relativamente fácil en algunos casos, porque, como consecuencia de la reacción, pueden también acontecer *transmutaciones*. Un elemento se ha *transmutado* cuando se altera el número de *protones* de su núcleo, lo que quiere decir que el elemento primitivo se ha transformado en otro. El nuevo elemento tiene propiedades distintas y, por tanto, puede separarse fácilmente del original, por medios químicos.

Por ejemplo, si se desea obtener fósforo-32 (importante en medicina), basta colocar en el reactor azufre-32, y el nuevo radioisótopo, al ser un isótopo del fósforo, se separa con facilidad del azufre por un proceso químico.



En a) y en b) tiene lugar una trasmutación de los átomos bombardeados por partículas. Por consiguiente, se cambia el número de protones y se producen elementos distintos.
En c) hay variación del número de neutrones del núcleo, pero el de protones permanece invariable, por lo que se obtienen átomos que son simplemente isótopos más pesados del mismo elemento.



Planta de difusión térmica para helio-3. Se utilizan tres columnas de difusión térmica, una de ellas de diámetro mucho más pequeño que las otras dos. Cada columna se compone de un tubo exterior con agua fría, y otro central con agua caliente. Los isótopos más ligeros se dirigen hacia el tubo interior y, a continuación, suben; los más pesados van al tubo exterior y se depositan en el fondo del mismo. Por tanto, el helio-4 (el isótopo más pesado) tiende a salir por el fondo de las columnas, y el helio-3 por la parte superior.
En el extremo superior de la primera columna la mezcla contiene una parte por millón de helio-3; por la parte superior de la tercera, sale helio-3 al 99 %. Las columnas tienen una altura real de 12 metros.

Sin embargo, al colocar sodio-23 en el reactor para obtener el radioisótopo sodio-24, la separación química posterior es impracticable y hay que recurrir a otros medios.

SEPARACIÓN DE ISÓTOPOS

Cuando la radioactividad de un radioisótopo es perturbadora se suelen utilizar los isótopos estables que existen naturalmente. El cuerpo humano no se puede exponer a una radioactividad excesiva. Los isótopos estables se encuentran en la naturaleza, mezclados con otros isótopos del mismo elemento, análogamente a lo que sucede con los radioisótopos artificiales que se obtienen del reactor nuclear junto con isótopos normales del elemento (como en el caso del sodio-24). La separación de los isótopos de una mezcla es una etapa obligada, tanto en la producción de isótopos estables como radioactivos.

La separación física de los isótopos se basa en que los núcleos de los diversos isótopos de un elemento tienen distinto peso. Entonces, si se provoca en los átomos un movimiento con trayectoria circular, los diferentes isótopos viajarán siguiendo círculos distintos a causa de su peso diferente; disponiendo colectores en cada uno de los círculos se recogerán por separado los distintos isótopos. Esto se realiza, en la práctica, con una máquina que se llama *separador electromagnético*.

A pesar de todo, esta máquina, que permite la separación de los isótopos de una gran cantidad de elementos, es costosa y consume una gran cantidad de electricidad. Se obtienen con ella, aproximadamente, unos 2,8 miligramos del isótopo deseado, lo que en muchos casos es suficiente.

Existen otros métodos para separar isótopos en mucha mayor cantidad, aunque dicha separación no es tan completa como en el caso anterior; se basan en el fenómeno de la difusión. En uno de estos métodos, la mezcla de isótopos se hace fluir en el seno de un gas, a lo largo de un tabique poroso; los átomos más ligeros tienden a ser impelidos a través del tabique, con mayor facilidad que los pesados.

Repitiendo el proceso varias veces, se puede obtener el isótopo ligero con sólo una pequeña mezcla del isótopo pesado.

En otro método de difusión, indicado para separar isótopos de elementos ligeros como el carbón y el nitrógeno, se utilizan unos cilindros de 12 m. de altura, que se llaman *columnas de difusión térmica*. Si se disponen los isótopos en una mezcla gaseosa, los más ligeros se desplazarán hacia las partes calientes de la columna, mientras que los pesados van a las partes frías. El proceso se ha de repetir varias veces para obtener una separación conveniente.

La producción y separación de los isótopos es un proceso complicado y costoso. Por ejemplo, el helio-3 se encuentra en la proporción de 1 parte por cada millón de gas helio natural, y por el método de difusión térmica puede ser enriquecido hasta el 99 %. Una pequeña caja metálica llena de este concentrado (helio-3) costaría unos $ 420.000. Uno de los principales productores y exportadores mundiales de isótopos es Gran Bretaña.

A pesar de su coste y complejidad, se realizan estos procesos de separación de isótopos porque cada día se utilizan más (especialmente los radioisótopos) en la industria y la medicina. Las aplicaciones concretas de ellos se tratarán en futuros artículos.

ROBERTO KOCH,

bacteriólogo

Solo, encorvado sobre el microscopio que hay en su mesa de laboratorio, un hombre examina cuidadosamente una muestra. Dispersos sobre la mesa se observan multitud de matraces, pipetas, recipientes, tubos de ensayo, frascos que contienen líquidos coloreados, placas de vidrio, etc. Son sus herramientas de trabajo. No posee libros que le sirvan de guía; investiga un mundo desconocido, un mundo invisible a simple vista: el mundo de los gérmenes. Él ha creado sus propias reglas y técnicas, que constituyen hoy día las bases del diagnóstico bacteriológico moderno. Este hombre es Roberto Koch.

Con frecuencia se cree que Luis Pasteur fue el fundador de la bacteriología, pero al menos se debe considerar a Roberto Koch como uno de los miembros fundadores de esta moderna y avanzada ciencia. Se estima que Roberto Koch ha sido el bacteriólogo puro de más envergadura. En poco más de una década, él y sus ayudantes descubrieron los organismos productores de unas once enfermedades.

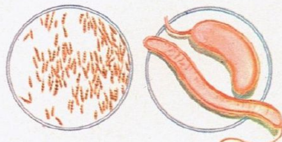
Koch nació en Clausthal, Alemania Occidental, en el año 1843. Después de graduarse en Gottingen (1866), inició su vida profesional, y poco después intervino en la guerra franco-prusiana como cirujano. En 1872 fue destinado médico oficial de Wollstein, y allí inició sus estudios sobre las bacterias.

Koch trabajó intensamente en estudios sobre las enfermedades del cólera, malaria y enfermedad del sueño, en Egipto, Nueva Guinea y Uganda, respectivamente.

Su primer gran descubrimiento tuvo lugar en 1876, cuando aisló el bacilo del ántrax y demostró que era el causante de esta enfermedad contagiosa que ataca al ganado e incluso al hombre. Pero quizá su mayor contribución a la bacteriología fue el estudio y desarrollo de métodos de crecimiento y cultivo de bacterias, especialmente los que utilizan medios sólidos como la jalea de agar-agar. Koch observó que en sus cultivos los organismos crecían en racimos o colonias; al cabo de un cierto tiempo, se los podía observar a simple vista. Demostró también que la forma de la colonia era una característica particular de cada organismo.

En 1882, utilizando nuevos métodos de teñido, descubrió el bacilo de la tuberculosis, enfermedad a la que dedicó gran atención. Un año después, descubrió los gérmenes en forma de vírgula que producen el cólera, y demostró que la enfermedad se trasmitía al beber agua contaminada.

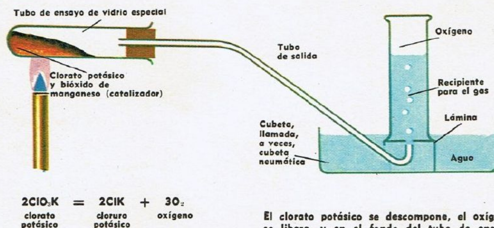
Koch fundó en Berlín (1891) un instituto para el estudio de las enfermedades infecciosas; seis años después fue nombrado profesor de higiene de la Universidad de Berlín. Fue objeto de grandes honores, entre ellos la concesión del premio Nobel, en 1905. Murió en 1910, dejando tras sí el trabajo de toda una vida muy rica en resultados altamente beneficiosos para la humanidad. Fueron discípulos suyos bacteriólogos tan notables como Emilio von Behring (1854-1917), Ricardo Pfeiffer (1858-1945) y Federico Loeffler (1852-1915).



(Izquierda) El bacilo de la tuberculosis, y (a la derecha) los gérmenes en forma de vírgula del cólera, ambos descubiertos por Koch.

CÓMO PRODUCIR GASES EN EL

OXÍGENO, O_2.



El oxígeno es un gas incoloro, inodoro y ligeramente soluble en agua. Aproximadamente, una quinta parte de la atmósfera se compone de oxígeno (el otro componente principal es el nitrógeno). El oxígeno, como elemento, y los componentes que contienen oxígeno, son esenciales para todas las formas de vida.

Los animales y los pájaros lo obtienen del aire, mientras que los peces lo extraen del que está disuelto en el agua. Los "óxidos" son compuestos de oxígeno con otros elementos. Una forma de obtenerlos consiste en quemar los elementos (por ejemplo, azufre, magnesio) en una atmósfera de oxígeno. Ciertas sustancias que sólo se queman como brasas en el aire, arden con llama cuando se introducen en un recipiente con oxígeno.



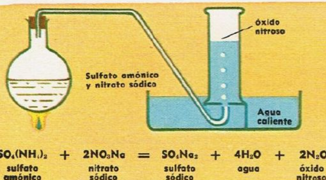
$$2ClO_3K = 2ClK + 3O_2$$

clorato potásico — cloruro potásico — oxígeno

Una forma de obtener oxígeno consiste en calentar una mezcla de clorato potásico cristalizado con bióxido de manganeso pulverizado.

El clorato potásico se descompone, el oxígeno se libera, y en el fondo del tubo de ensayo queda cloruro potásico. El bióxido de manganeso actúa de catalizador, puesto que reduce la temperatura de descomposición del clorato potásico.

ÓXIDO NITROSO, N_2O.



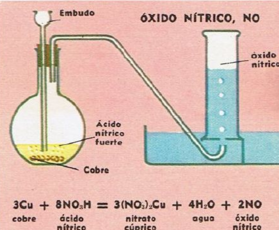
$$SO_4(NH_4)_2 + 2NO_3Na = SO_4Na_2 + 4H_2O + 2N_2O$$

sulfato amónico — nitrato sódico — sulfato sódico — agua — óxido nitroso

El óxido nitroso se prepara, por lo general, calentando cuidadosamente una mezcla de sulfato amónico y nitrato sódico. Por reacción de doble descomposición, se forman sulfato sódico y nitrato amónico. Este último compuesto se descompone a continuación, dando óxido nitroso y agua. (Este método es preferible a calentar el nitrato amónico solo, ya que compuesto tiende a explotar). El gas se recoge frecuentemente en agua caliente ya que es soluble en agua fría.

El óxido nitroso es un gas incoloro y de olor ligeramente dulzón. Cuando se calienta, no arde, pero se descompone fácilmente en nitrógeno y oxígeno. Puesto que la mezcla de descomposición es más rica en oxígeno que en aire, aquellas sustancias que estén ardiendo ya en el aire brillarán, más intensamente en la atmósfera de óxido nitroso. El óxido nitroso, mezclado con oxígeno, se utiliza como anestésico generalmente en odontología y cirugía.

ÓXIDO NÍTRICO, NO



$$3Cu + 8NO_3H = 3(NO_3)_2Cu + 4H_2O + 2NO$$

cobre — ácido nítrico — nitrato cúprico — agua — óxido nítrico

El óxido nítrico se puede obtener por reacción entre cobre en virutas y ácido nítrico fuerte (mezcla de partes iguales de agua y ácido concentrado). Aunque se forma nitrato cúprico, el cobre llega a reducir también partes del ácido nítrico a óxido nítrico.

NITRÓGENO, N_2

El nitrógeno es un gas incoloro, inodoro y casi insoluble en agua. El nitrógeno constituye las 4/5 partes de la atmósfera. No arde, y si una sustancia en combustión se introduce en su atmósfera, se apagará rápidamente.

Por excepción, el magnesio en cinta puede continuar ardiendo débilmente y se produce nitruro de magnesio. Muy pocos compuestos de nitrógeno se pueden obtener, directamente, por reacción entre el nitrógeno y diversos elementos. No obstante, existen muchos compuestos de nitrógeno, entre los cuales hay un gran número de compuestos orgánicos, por ejemplo, las proteínas que son esenciales para la vida.



Aunque se puede obtener nitrógeno a partir del aire, separando previamente el oxígeno y el bióxido de carbono, el residuo que queda también contiene, como impurezas, pequeñas cantidades de gases inertes. El producto puro se puede obtener calentando suavemente una solución concentrada de cloruro amónico y nitrito sódico



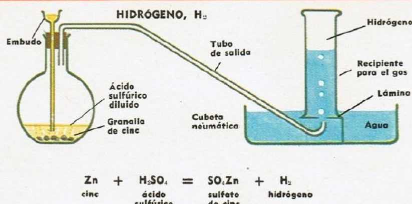
$$ClNH_4 + NO_2Na = ClNa + 2H_2O + N_2$$

cloruro amónico — nitrito sódico — cloruro sódico — agua — nitrógeno

Se forman cloruro sódico y nitrito amónico, por reacción de doble descomposición, pero el último producto se descompone en seguida y da nitrógeno y agua.

LABORATORIO (resumen gráfico)

HIDRÓGENO, H_2



El hidrógeno es un gas incoloro, inodoro e insoluble en agua. Es mucho menos denso que el aire; en realidad, constituye el gas más liviano que se conoce. El hidrógeno arde en el aire, con llama azul, y forma agua. Ciertas mezclas, con determinadas concentraciones de aire (u oxígeno) y de hidrógeno, se queman violentamente (mezclas explosivas), por lo que es indispensable, antes de realizar un ensayo en el que se desprenda hidrógeno, asegurarse de que se ha eliminado del aparato todo el aire. Dada la facilidad que tiene el hidrógeno de combinarse directamente con el oxígeno, consigue separar este elemento de los óxidos metálicos, por ejemplo, del litargirio (monóxido de plomo, PbO). Simultáneamente a la reducción del óxido a metal, se produce agua.

$$Zn + H_2SO_4 = SO_4Zn + H_2$$

Zn	H_2SO_4	SO_4Zn	H_2
cinc	ácido sulfúrico	sulfato de cinc	hidrógeno

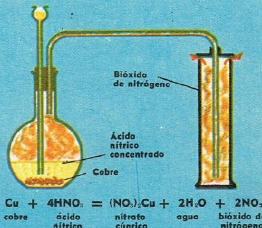
De las diversas formas de obtención del hidrógeno en el laboratorio, la que se realiza más frecuentemente es la basada en la reacción de un metal con un ácido diluido.
(El ácido nítrico no es conveniente, ya que tiende a formar óxidos de nitrógeno).



El óxido nítrico es un gas incoloro e insoluble en el agua. No arde, e incluso en su atmósfera se apagan las llamas de casi todas las sustancias combustibles. Sin embargo, la que proporciona el fósforo, ardiendo fuertemente, puede ser suficiente para descomponer el gas, en cuyo caso persistirá la llama. El óxido nítrico se combina en frío con el oxígeno y se obtiene bióxido de nitrógeno. Por tanto, tan pronto como el óxido nítrico se pone en contacto con aire u oxígeno, se observa que se desprenden humos pardos de bióxido de nitrógeno. Cuando el óxido nítrico se pasa a través de una solución acidulada de sulfato ferroso se forma un compuesto pardo inestable. Se trata del mismo compuesto que se obtiene en el ensayo del anillo pardo para nitratos.

BIÓXIDO DE NITRÓGENO, NO_2

El bióxido de nitrógeno, también llamado peróxido de nitrógeno, es un gas pardo-rojizo, de color irritante. Es un gas venenoso. No arde, y en su atmósfera se extingue la llama de casi todas las sustancias combustibles. Disponiendo de una buena mezcla frigorífica, se consigue condensar el bióxido de nitrógeno en un líquido amarillento (punto de ebullición 22°C), y a continuación se forman cristales incoloros (punto de fusión —9° C). Tanto en el estado líquido como en el sólido se han asociado parejas de moléculas de bióxido de nitrógeno para formar una nueva molécula de tetróxido de nitrógeno (N_2O_4).
El bióxido de nitrógeno es un óxido ácido; se disuelve en agua y da una mezcla de ácidos nítrico y nitroso, que reaccionan con el hidróxido sódico, dando nitrito sódico y nitrato sódico. El bióxido de nitrógeno se utiliza como "transportador de oxígeno" en la fabricación de ácido sulfúrico por el proceso de las cámaras de plomo.

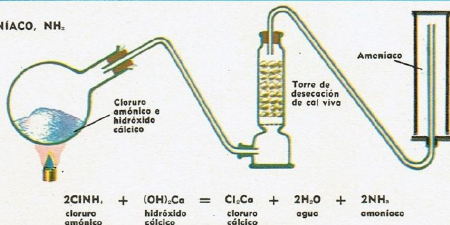


$$Cu + 4HNO_3 = (NO_3)_2Cu + 2H_2O + 2NO_2$$

Cu	$4HNO_3$	$(NO_3)_2Cu$	$2H_2O$	$2NO_2$
cobre	ácido nítrico	nitrato cúprico	agua	bióxido de nitrógeno

El bióxido de nitrógeno se obtiene normalmente en el laboratorio por reacción, en frío, entre ácido nítrico concentrado y virutas de cobre. Utilizando un ácido muy fuerte, la acción reductora no es tan grande como la que se produce si se usa un ácido más débil.

AMONÍACO, NH_3



$$2ClNH_4 + (OH)_2Ca = Cl_2Ca + 2H_2O + 2NH_3$$

$2ClNH_4$	$(OH)_2Ca$	Cl_2Ca	$2H_2O$	$2NH_3$
cloruro amónico	hidróxido cálcico	cloruro cálcico	agua	amoníaco

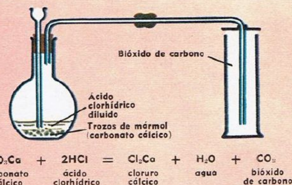
El método corriente de obtener gas amoníaco en pequeña escala consiste en calentar una mezcla pulverulenta de hidróxido cálcico (cal apagada) y cloruro amónico.
Se produce vapor de agua y gas amoníaco, y queda cloruro cálcico. El gas se seca, pasándolo por una torre que contiene cal viva.

El amoníaco es un gas incoloro, con un típico olor picante. Es muy soluble en el agua. Su densidad es menor que la del aire. El amoníaco no arde en el aire, y la llama de otras sustancias se apaga en su atmósfera. Sin embargo, el amoníaco en atmósfera de oxígeno arde con llama verdosa. La solución de amoníaco en agua es ligeramente alcalina —vuelve azul el papel indicador—, ya que contiene hidróxido amónico. El amoníaco reacciona con los ácidos para formar diversas sales amónicas.

BIÓXIDO DE CARBONO CO_2

El bióxido de carbono es un gas incoloro y casi inodoro. En condiciones normales de presión atmosférica, se disuelve ligeramente en agua, pero a presiones mayores se disuelve en grandes cantidades. El bióxido de carbono es bastante más denso que el aire, de modo que puede ser trasladado de un recipiente a otro, de forma análoga a como se hace con el agua.

El bióxido de carbono no sólo no arde, sino que cualquier objeto ardiendo que se ponga en contacto con él, se apaga rápidamente. Por ello, y por su gran densidad, se utiliza para la extinción de incendios. Sin embargo, el calor de combustión del magnesio es suficiente para reducir el gas carbónico a carbono, al tiempo que el magnesio se transforma en óxido de magnesio. Cuando se hace pasar el gas a través de agua de cal (una solución de hidróxido sódico en agua a pequeña concentración), se depositan unos pequeños gránulos de carbonato cálcico blanco. Este ensayo sirve como prueba analítica del bióxido de carbono. Si se sumerge un papel de tornasol azul en una solución de bióxido de carbono, se vuelve rojo. Esto sucede porque el bióxido de carbono, al disolverse en agua, reacciona con ella para dar ácido carbónico inestable.

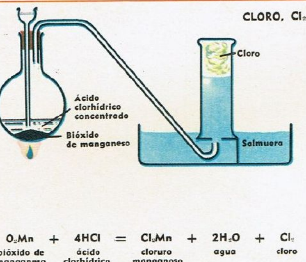


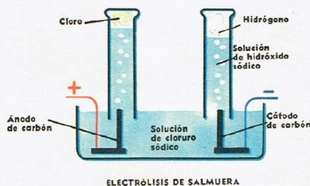
$$CO_3Ca + 2HCl = Cl_2Ca + H_2O + CO_2$$

carbonato cálcico — ácido clorhídrico — cloruro cálcico — agua — bióxido de carbono

El bióxido de carbono se puede preparar fácilmente, por reacción de un ácido con un carbonato. El método usual consiste en tratar carbonato cálcico, en forma de mármol o caliza, con ácido clorhídrico diluido. La reacción transcurre satisfactoriamente en frío. Como el gas es soluble en agua y más denso que el aire, se colecta vertiéndolo por la parte superior del recipiente, con lo que desplazará al aire del mismo.

CLORO, Cl_2





ELECTRÓLISIS DE SALMUERA

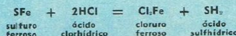
$$O_2Mn + 4HCl = Cl_2Mn + 2H_2O + Cl_2$$

bióxido de manganeso — ácido clorhídrico — cloruro manganoso — agua — cloro

El cloro se puede preparar por oxidación de ácido clorhídrico; los iones hidrógeno se oxidan a agua, con lo que queda libre el elemento cloro. La forma normal de realizar la reducción consiste en calentar bióxido de manganeso con ácido clorhídrico concentrado. Aunque el gas es soluble en agua, se puede recoger sobre una solución concentrada de cloruro sódico. El cloro se obtiene también por electrólisis de una solución de cloruro sódico, utilizando electrodos de carbón. El cloro se libera en el ánodo (electrodo positivo), mientras que el sodio se deposita en el cátodo (electrodo negativo). Sin embargo, el sodio es tan reactivo que se combina allí con el agua; se libera hidrógeno, y se forma, simultáneamente, hidróxido sódico.

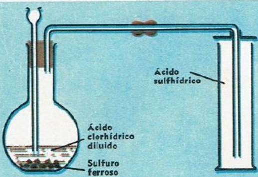
El cloro es un gas verde amarillento que tiene un olor sofocante. Es muy venenoso y fue utilizado como gas asfixiante en la primera guerra mundial. Su densidad es dos veces mayor que la del aire y es muy soluble en agua. El cloro no arde; pero, como es una sustancia muy reactiva, se combina directamente con diversos elementos, tanto metales como no metales (por ejemplo sodio, fósforo). El calor de estas reacciones es, con frecuencia, suficiente para que los elementos ardan en la atmósfera de cloro. En algunas reacciones, el cloro actúa como agente oxidante, eliminando hidrógeno. El hidrógeno se combina con el cloro para dar ácido clorhídrico. La acción blanqueadora del cloro es un ejemplo de sus propiedades oxidantes.

ÁCIDO SULFHÍDRICO, H_2S



$$SFe + 2HCl = Cl_2Fe + SH_2$$

sulfuro ferroso — ácido clorhídrico — cloruro ferroso — ácido sulfhídrico



El ácido sulfhídrico se puede preparar fácilmente en el laboratorio, por acción, en frío, del ácido clorhídrico diluido sobre sulfuro ferroso. Como el gas es soluble en agua fría, se debe recogerlo introduciéndolo en una campana o sobre agua caliente.

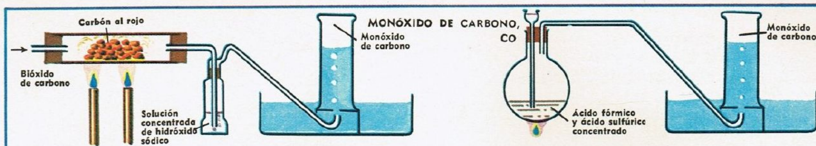
El ácido sulfhídrico es un gas incoloro, con un olor característico, que recuerda el de los huevos podridos, ya que éste se produce por la descomposición de compuestos orgánicos de azufre que dan precisamente ácido sulfhídrico.

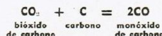
Este gas es muy venenoso. Arde en el aire, con llama azul pálido, y se forman bióxido de azufre y agua.

El ácido sulfhídrico es soluble en agua, y la solución resultante es ligeramente ácida. El ácido sulfhídrico neutraliza los álcalis para formar unas sales que se llaman sulfuros. Si el gas se hace burbujear en soluciones de sales de ciertos metales, se verifica una reacción de doble descomposición. La mayoría de los sulfuros son insolubles y tienen colores diferentes. Puesto que el ácido sulfhídrico se oxida fácilmente, puede actuar como agente reductor en diversas reacciones.



MONÓXIDO DE CARBONO, CO

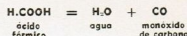




$$CO_2 + C = 2CO$$

bióxido de carbono — carbono — monóxido de carbono

El monóxido de carbono se puede preparar a partir de bióxido de carbono, pasándolo sobre carbón al rojo (carbono). De esta forma, el bióxido de carbono es reducido por el carbón. Como este tipo de reacción nunca es completo, el gas producido se pasa a través de una solución concentrada de hidróxido sódico, para eliminar el bióxido de carbono, antes de que el monóxido se recoja sobre agua.

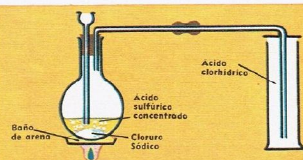


$$H.COOH = H_2O + CO$$

ácido fórmico — agua — monóxido de carbono

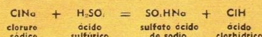
Este gas también se obtiene por deshidratación del ácido fórmico (H.COOH), mediante ácido sulfúrico concentrado. El matraz que contiene la mezcla de líquidos se calienta suavemente, y el monóxido de carbono se recoge sobre agua, como en el caso anterior.

El monóxido de carbono es un gas incoloro, inodoro e insoluble en agua. Es muy venenoso, ya que forma, con la hemoglobina de la sangre, un compuesto rojo, carboxihemoglobina, que es muy estable. El monóxido de carbono arde en el aire con llama azul, liberándose, en esta reacción, cierta cantidad de calor. Es uno de los componentes del gas de hulla. Puesto que el monóxido de carbono se combina con el oxígeno puede utilizarse como agente reductor, especialmente en la extracción de metales de los óxidos (por ejemplo, plomo).



ÁCIDO CLORHÍDRICO, ClH.

El ácido clorhídrico es un gas incoloro y de olor picante característico. En aire húmedo, forma humos blancos. Es muy soluble en agua. La disolución del ácido clorhídrico en agua vuelve rojo el papel de tornasol azul. El ácido clorhídrico no arde, y hace que se extingan las llamas en su atmósfera. Es muy reactivo, y forma cloruros con diversos metales, por reacciones de desplazamiento. Si se mezcla con amoníaco (gas), se forma una nube blanca de pequeñas partículas de cloruro amónico.



$$ClNa + H_2SO_4 = SO_4HNa + ClH$$

cloruro sódico — ácido sulfúrico — sulfato ácido de sodio — ácido clorhídrico

El gas ácido clorhídrico se prepara en el laboratorio, por reacción entre ácido sulfúrico concentrado y un cloruro metálico. Se utiliza, normalmente, el cloruro sódico, que es abundante y se encuentra con facilidad. Después de una primera fase de reacción violenta en frío, se puede obtener algo más de gas calentando el matraz.



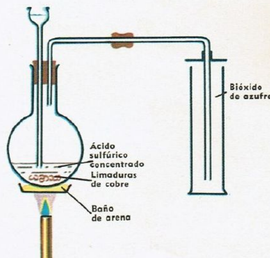
BIÓXIDO DE AZUFRE, SO_2



$$Cu + 2H_2SO_4 = SO_4Cu + 2H_2O + SO_2$$

cobre — ácido sulfúrico — sulfato cúprico — agua — bióxido de azufre

Normalmente, se obtiene en el laboratorio el bióxido de azufre calentando limaduras de cobre con ácido sulfúrico concentrado. Algo de ácido se gasta en formar sulfato de cobre, pero el resto se reduce a bióxido de azufre, mientras que los iones hidrógeno se oxidan para dar agua.
El bióxido de azufre es un gas incoloro con olor picante característico. Es mucho más denso que el aire. El gas se disuelve en agua, y forma alguna cantidad de ácido sulfuroso.
El bióxido de azufre actúa como reductor en algunas reacciones, y se oxida a trióxido de azufre o a sulfato.
En este hecho se basa la fabricación de ácido sulfúrico por el método de las cámaras de plomo. A causa de sus propiedades reductoras, el bióxido de azufre puede utilizarse también como agente de blanqueo. Aunque el bióxido de azufre no arde, el magnesio en polvo sí puede arder en su atmósfera y se forman óxidos de azufre y magnesio. En esta reacción, el bióxido de azufre actúa como agente oxidante.



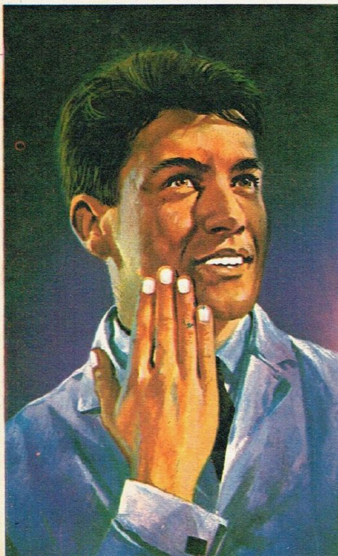
LA LUZ ULTRAVIOLETA

A unos 19 Km. de la superficie de la Tierra, empieza una capa de gas ozono (O_3) cuya densidad máxima se encuentra a unos 43 Km. de altura de la Tierra. Esta capa de ozono cumple una función muy importante. Tiene la propiedad de atrapar los rayos ultravioleta perjudiciales que emite el Sol, y, por tanto, evita que alcancen la Tierra.

Los rayos ultravioleta son radiaciones cuyas longitudes de onda varían desde 120 Å a 3.900 Å (una unidad ångström es la diez millonésima de milímetro). En el espectro electromagnético, los rayos ultravioleta se encuentran entre la luz visible, cuya longitud de onda es mayor, y los penetrantes rayos X, de longitud de onda más corta.

El Sol es un cuerpo extremadamente caliente. Está incandescente porque la temperatura de su superficie es de unos 6.000 grados centígrados, y emite una gran cantidad de radiaciones electromagnéticas, la mayoría de las cuales son luz visible. Emite también rayos infrarrojos y luz ultravioleta.

Los dientes y las uñas contienen sustancias fluorescentes que relucen cuando se iluminan con luz invisible ultravioleta.



La luz visible afecta a la parte sensible de la retina del ojo y produce la sensación de luz. La frontera entre la luz visible y la ultravioleta coincide con la frontera entre lo visible y lo invisible. La luz visible es inocua, pero la ultravioleta es perjudicial para los tejidos vivos. El efecto depende de la longitud de onda. La región ultravioleta comprendida entre 3.000 Å y 1.850 Å es particularmente mortífera, y los rayos correspondientes se utilizan, de hecho, para destruir bacterias patógenas en hospitales y almacenes de alimentos, en donde las bacterias se eliminan antes de que lleven a cabo su acción destructora.

Los rayos ultravioleta de mayores longitudes de onda (3.900 Å a 3.000 Å) pueden tener efectos beneficiosos, en dosis moderadas. Cuando broncean la piel (bronceado solar), los rayos ultravioletas trasforman algunas sustancias orgánicas complejas de las células epiteliales humanas, tales como el *ergosterol*, en vitamina D.

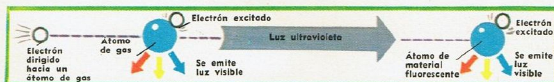
A continuación, esta importante vitamina se incorpora al torrente circulatorio sanguíneo, y queda a punto para ser utilizada por el organismo.

Se sabe muy poco acerca de los efectos de los rayos ultravioleta más cortos, sobre la materia viva. Tales rayos son muy difíciles de controlar experimentalmente, ya que no se puede conseguir que atraviesen el vidrio ni el cuarzo (un mineral trasparente que trasmite algunos rayos ultravioleta). Esto significa que no se pueden enfocar con instrumentos ópticos como el microscopio ultravioleta. De todos los rayos ultravioleta, sólo pueden atravesar la barrera del ozono, los relativamente beneficiosos a la vida humana.

La luz ultravioleta altera los tejidos vivos porque lleva la suficiente energía para provocar un cambio químico. Tanto el bronceado de la piel como la muerte de las bacterias, resultan de cambios en la estructura química de los materiales que hay en el interior de las células vivas. Normalmente, se requiere una cierta cantidad de energía para el cambio, y la célula es especialmente sensible a la luz ultravioleta de la longitud de onda correspondiente a esta energía (la cantidad de energía trasportada por cualquier radiación electromagnética depende de su longitud de onda).

FLUORESCENCIA

Algunas sustancias, incluso muchas de las que no pueden reaccionar químicamente, cuando se exponen a la luz ultravioleta, absorben una gran cantidad de radiación. Son, con frecuencia, sustancias fluorescentes. Tales sustancias absorben la luz ultravioleta e inmediatamente transforman la energía en luz visible. Los dientes y las uñas son fluorescentes y relucen suavemente (es decir, emiten luz visible), cuando se los ilumina con una lámpara de luz ultravioleta. Cuando fluorescen diversas clases de materiales emiten luz de diferentes colores. Ello permite preparar un método para comprobar la autenticidad de obras pictóricas. Cuando, por ejemplo, fluoresce una pintura que contiene blanco de plomo, emite luz blanca. Sin embargo, una pintura con blanco de cinc, da una luz fluorescente de color ama-



La luz ultravioleta se produce en un tubo de descarga bombardeando átomos de mercurio con una corriente eléctrica. La fluorescencia trasforma la luz ultravioleta en luz visible.



La luz ultravioleta se utiliza para destruir bacterias. En la operación representada en el dibujo, se usa la luz de una lámpara de descarga de vapor de mercurio para mantener el ambiente libre de bacterias, en un laboratorio de fabricación de penicilina.

rillo limón. Los diversos pigmentos amarillos que se utilizan en las pinturas amarillas dan colores fluorescentes que se diferencian ligeramente; por tanto, cuando se examina cuidadosamente un cuadro con luz ultravioleta, los expertos pueden encontrar información sobre quién lo pintó y cuándo fue pintado.

La fluorescencia tiene lugar cuando los átomos de una sustancia son excitados por la luz ultravioleta. Los átomos tienden a volver cuanto antes a su posición estable, estado no excitado. Ellos pueden radiar luz exactamente de la misma longitud de onda que la que han absorbido. Sin embargo, normalmente, en vez de emitir luz ultravioleta de una sola longitud de onda de alta energía, radian dos longitudes de onda de menor energía, que se encuentran, probablemente, en la región visible.

CÓMO SE GENERA LA LUZ ULTRAVIOLETA

La Tierra recibe muy poca luz ultravioleta natural, ya que la capa de ozono de la atmósfera bloquea eficazmente su camino. Sin embargo, la luz ultravioleta se puede producir con facilidad en los tubos de descarga de gas. Una fuente muy considerable de luz ultravioleta es el tubo de descarga de vapor de mercurio. Si el vapor de mercurio se excita haciendo pasar a su través una corriente eléctrica, emite luz ultravioleta.

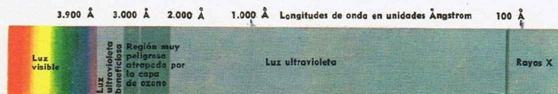
Las radiaciones se producen de forma totalmente semejante a la fluorescencia. En este caso, en vez de recibir energía luminosa, los átomos de gas reciben la energía de una corriente eléctrica (una corriente de menudas partículas cargadas negativamente: electrones). Cuando se deja de excitar el átomo de mercurio, gran parte de su exceso de energía se libera en forma de luz ultravioleta.

Los tubos de descarga se utilizan, principalmente, para generar luz visible. Si se cubre la parte interior de un tubo de vapor de mercurio con un material fluorescente, prácticamente toda la luz ultravioleta que se produce en la descarga se convierte en luz visible por fluorescencia.

Estos tubos de descarga se encuentran en la moderna iluminación por tubos, y se escogen los materiales radiactivos de tal forma que proporcionen una excelente luz blanca. Cualquier radiación ultravioleta no absorbida es detenida por el cristal del tubo. La mayoría de los cristales son opacos a la luz ultravioleta.

Un tubo de descarga se puede adaptar para que emita luz ultravioleta pura, ennegreciendo la parte exterior del tubo, con lo que se detienen las radiaciones visibles. El tubo de esta lámpara "negra" debe fabricarse, no de vidrio, sino de cuarzo, que transmite con facilidad luz ultravioleta de una serie de longitudes de onda.

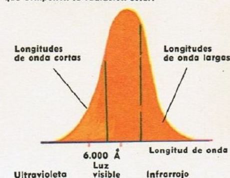
Por otra parte, los tubos de descarga no son el único medio de producir luz ultravioleta. Se puede generar también, como en el Sol, produciendo el suficiente calor, y, entonces, parte de la radiación emitida es luz ultravioleta. Sin embargo, este método de producción es extraordinariamente ineficaz, puesto que, incluso en cuerpos tan calientes como el Sol, sólo una fracción de la radiación total es luz ultravioleta. Cuanto más caliente está el cuerpo, mayor es la proporción de luz ultravioleta en la radiación que emite.



Las ondas ultravioletas tienen longitudes de onda que varían desde 3900 Å (limitando con el espectro visible) a 120 Å (limitando con la región de rayos X).

RADIACIÓN SOLAR

La gráfica muestra las proporciones relativas de las diferentes longitudes de onda que componen la radiación solar.



El Sol emite una serie continua de longitudes de onda con un máximo en el color amarillo. La serie se extiende al interior de la zona ultravioleta.

RADIACIÓN EN LA DESCARGA DE GAS

Las longitudes de onda dependen del gas que exista en el tubo de descarga



Los tubos de descarga producen radiaciones aisladas de distintas longitudes de onda visible y ultravioleta.

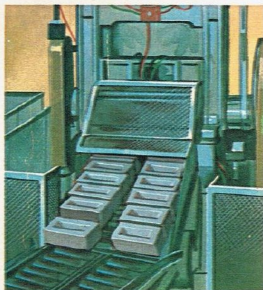
En la figura se muestra la fabricación de ladrillos tipo "fletton", desde la extracción de la materia prima (arcilla), hasta la salida para su venta.



FABRICACIÓN DE LADRILLOS

El uso de los ladrillos como un recurso, además de las piedras, para construir casas, data de los tiempos de las antiguas civilizaciones de Babilonia y Egipto. Durante miles de años, los ladrillos se han fabricado a mano, e incluso una pequeña proporción se produce así actualmente. Sin embargo, como sucede en otros muchos campos, la necesidad de grandes cantidades y el alto coste del trabajo manual, ha obligado a esta industria a buscar procesos nuevos, mecanizados en gran parte. Un ejemplo característico es la fabricación de los ladrillos tipo *fletton*, que se describe aquí, aunque no todas las empresas utilizan técnicas idénticas.

El proceso de fabricación que a continuación detallamos toma, como elemento tipo, el ladrillo realizado con base arcillosa. Este material acredita la calidad del producto terminado y proviene de minas, casi siempre superficiales, donde la máxima profundidad de perforación no excede de 20 metros. Casi todos los países del mundo poseen arcillas que llenan las condiciones mínimas para la fabricación de ladrillos.



Los ladrillos moldeados salen de la prensa, a pares. Cada ladrillo se ha sometido a una presión de 4 toneladas por cm^2.

Antes de que se pueda extraer la arcilla es necesario quitar la capa de tierra que la cubre, por medio de una excavadora (dicha capa puede tener una profundidad de 4,5 a 9 metros). La arcilla se saca también con una maquinaria análoga, y con ella se llena una tolva, que, a su vez, sirve para cargar los vagones de ferrocarril. El tren conduce la arcilla desde la mina a la fábrica de ladrillos.

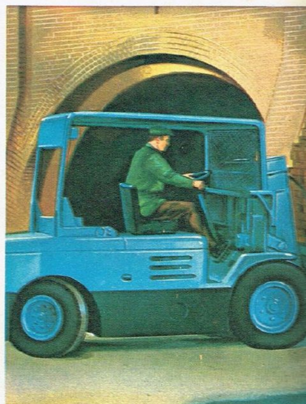
La primera etapa de la fabricación consiste en la molienda, mediante la cual los terrones de arcilla se desmenuzan en partículas menores de 3 mm. A continuación, se tamizan, para eliminar la materia de tamaño excesivo, y seguidamente se pasan a las prensas mediante un trasportador.

La arcilla se deja ligeramente seca (al contrario de como se utiliza en otras técnicas de fabricación, es decir, con mucha agua). En las prensas, la materia prima se moldea en forma de ladrillos; en cada prensado la máquina produce dos ladrillos, mediante un doble juego de moldes. En esta operación, es necesario ejercer una gran presión (aproximadamente, 4 toneladas por $cm.^2$), a fin de asegurar que los ladrillos tengan la suficiente consistencia para colocarlos derechos en el interior del horno, sin que sea necesario un secado preliminar. El trasporte del ladrillo crudo y plástico al horno presenta un problema de manipulación, puesto que es necesario apilar cuidadosamente grandes cantidades de ellos. Para resolverlo, se ha introducido una serie de cintas trasportadoras, controladas electrónicamente, que apilan los ladrillos de tal forma que pueden trasportarse fácilmente al horno, mediante carretillas elevadoras.

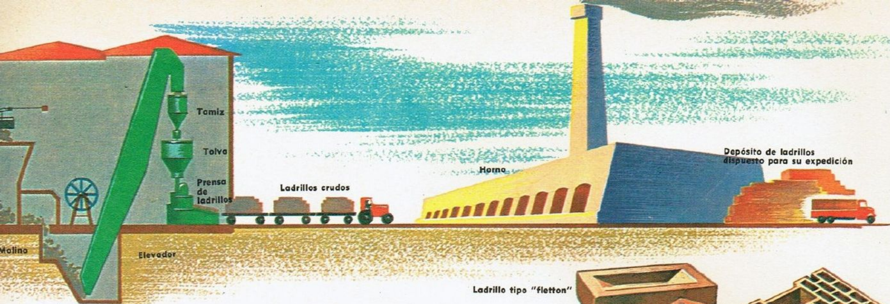
COCIDO DE LA ARCILLA

Los ladrillos crudos se componen, básicamente, del mismo material que se extrajo del suelo. En el horno se someten a elevadas temperaturas para endurecerlos y modificarlos químicamente. Un horno puede tener 36 cámaras (en los de mayores dimensiones), y en cada una de ellas se pueden colocar hasta 40.000 ladrillos; allí permanecen, unos 18 días. La operación consta de dos fases, la de *secado* y la de *cocido*.

Durante la primera fase, se elimina de la arcilla una gran cantidad de humedad y de



Ya se han cocido los ladrillos y ahora se sacan del horno con la ayuda de una carretilla elevadora. Durante la cocción los ladrillos adquieren un color



Ladrillo V5

gas (aproximadamente, 40 toneladas en cada cámara). A continuación, se aumenta la temperatura hasta unos 1.000°C y se mantiene así, 24 horas. Con esta operación, termina el cocido; entonces, se enfría el horno, se sacan los ladrillos y se almacenan hasta que se necesiten.

Las operaciones descritas anteriormente constituyen el proceso plástico duro, pero no es la única técnica que se utiliza para la fabricación de ladrillos. El procedimiento de corte por alambre es otro método que también se utiliza mucho; con esta técnica se elabora, primero, una masa de arcilla blanda de dimensiones adecuadas (que se extrae de manera análoga a como sale la pasta dentífrica del tubo), y a continuación se va cortando en trozos con forma de ladrillo, mediante un alambre. De hecho, con cualquier técnica que se utilice, el tamaño de la pieza de barro es algo mayor que el ladrillo que se quiere conseguir, para compensar el fenómeno de contracción que tiene lugar durante su cocido.

Los problemas surgen cuando se trata de establecer normas sobre el tamaño y calidad de los ladrillos. Por ejemplo, la "British Standards", miembro de la Comisión de Normas Internacionales, que no es más que una organización que se propone coordinar los esfuerzos de productores y consumidores para la mejora, tipificación y simplificación de los materiales industriales, decidió que, a partir de 1963, los ladrillos corrientes de arcilla para construcción debían tener en Inglaterra las medidas siguientes: 21,90 cm. por 10,47 cm. por 6,66 cm., ó 21,90 cm. por 10,47 cm. por 7,30 cm. Sin embargo, a causa de la naturaleza de la materia prima y del proceso de fabricación, no es posible hacer todos los ladrillos exactamente iguales. A este respecto, existen unos límites de tolerancia que especifican que las dimensiones de los ladrillos pueden variar, como máximo, en un 1 % de las establecidas.

Se pueden realizar medidas satisfactorias de comprobación, disponiendo una pila de varios ladrillos. Otras pruebas consisten en medir su resistencia a la compresión (resistencia que ofrecen a la trituración), su capacidad de absorción de humedad, y los cambios de tamaño que experimentan en este fenómeno.

La mayoría de los problemas surgen cuando entran en conflicto las exigencias de tipificación de los consumidores, y las dificultades que encuentran los productores para lograr ladrillos de calidad y tamaño uniforme.

casi rojizo, debido a la acción oxidante del sulfato de hierro que se encuentra en proporciones considerables en la arcilla.

ARCILLA PARA LA FABRICACIÓN DE LADRILLOS

Los depósitos de arcilla se componen de partículas rocosas muy finas. La arcilla contiene minerales y sustancias pegajosas o coloidales que absorben agua y forman una masa plástica. La mayoría de los tipos están constituidos de cantidades variables de óxido de aluminio y arena (bióxido de silicio); se formaron a partir de rocas de origen volcánico (ígneas) por acción química, a través del tiempo, sobre los feldespatos (silicatos de aluminio que contienen potasio, sodio y calcio) y los silicatos de hierro y magnesio.

Cuando la arcilla se calienta, pierde agua, se seca y se contrae. El grado de contracción depende de la cantidad de agua que contiene; una contracción excesiva puede indicar que la arcilla no es adecuada para la fabricación de ladrillos ni para la manufactura de objetos cerámicos. Por ello, se realizan, en este sentido, pruebas exhaustivas para determinar la calidad de las arcillas. La contracción se puede reducir, hasta cierto punto, mezclando la arcilla con arena o material cocido.

No todo el agua que existe en un ladrillo crudo se elimina en las primeras etapas del horneado, puesto que parte se combina químicamente con otras sustancias para formar silicatos. El propósito de la cocción es producir la suficiente vitrificación para unir las restantes partículas que no se han fundido.

En muchas arcillas, se presentan también pequeñas cantidades de carbono orgánico y de azufre (este último, frecuentemente, como sulfuro ferroso). El carbón se quema en el horno y el sulfuro de hierro se oxida, con lo que el ladrillo adquiere un color rojizo. El hecho de que exista una cierta proporción de carbono en la arcilla, permite reducir a un mínimo el consumo de carbón y, por tanto, se ahorra combustible.

Ladrillo perforado verticalmente

Ladrillo H3

LOS SENTIDOS DE LOS PECES

De igual forma que los insectos y otros animales terrestres están dotados de órganos especiales que reaccionan con los cambios del medio y proporcionan la información necesaria al sistema nervioso central, los peces poseen recursos para poder "analizar" las condiciones del agua en que viven.

La ventaja que tienen sobre otros organismos acuáticos radica en que sus órganos sensoriales están muy desarrollados.



Esquema en el que se muestra la relación entre el oído interno, los huesecitos y la vejiga natatoria de una carpa.

EL TACTO

Es muy pobre nuestro conocimiento sobre los receptores que tienen los peces para el tacto, dolor, calor y frío. En los peces del tipo tiburón, tales sentidos no están tan desarrollados como en los peces óseos, ya que los primeros poseen una piel gruesa en la que se insertan numerosas partículas córneas y escamas duras o dentículos.

Tienen, indudablemente, receptores para el tacto y para el dolor, aunque no se ha estudiado su mecanismo de acción. En los peces óseos, los sentidos del tacto se han desarrollado mucho. Multitud de especies disponen de tentáculos o filamentos sensibles, especialmente, cerca de la boca. El pez gato, los bagres, el mújol, los barbos, el bacalao, el róbalo y los esturiones, poseen filamentos de este tipo. En otros (por ejemplo, la alcotana), se ha modificado la aleta pectoral y en ella se alojan receptores sensibles a las sustancias químicas.

EL GUSTO Y EL OLFATO

Los sentidos para detectar productos químicos se encuentran muy desarrollados en los peces. Tanto los tiburones como los peces óseos tienen un par de ventanas nasales parecidas a las de los animales superiores, pero, excepto en los peces pulmonados, no conducen a la cavidad bucal, aunque se ramifican interna y externamente.

Están situadas delante de la boca o en la parte superior de la cabeza.

Los peces pueden detectar rastros de sustancias químicas en el agua, lo que les permite localizar tanto el alimento como a sus enemigos. Para la caza de sus presas, algunos peces confían más en su olfato que en la vista, por lo que las partes del cerebro relacionadas con aquel sentido se encuentran mucho más desarrolladas. El morro, como los animales superiores, lo utilizan para localizar objetos distantes; los receptores del olfato se llaman *receptores de distancia.* Análogamente, los peces poseen receptores del gusto, que "prueban" muestras de sustancias que puedan interesarles. Pero mientras que nosotros sólo disponemos de estos receptores en la lengua y en algunas zonas de la cavidad bucal, los peces óseos los tienen también en la parte exterior del cuerpo; algunas especies, en la cola; la pescadilla y la alcotana, en la aleta pectoral.

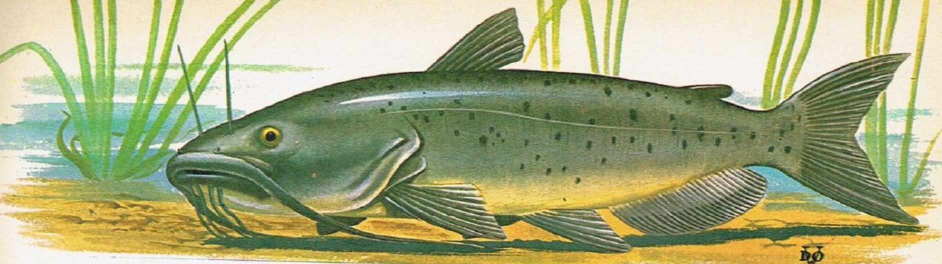
Lo anterior permite una comparación interesante con los insectos que poseen receptores gustativos en las patas.

Ciertas experiencias que se han realizado con la lija demostraron que este pez puede distinguir cuatro matices de sabor: salado, dulce, ácido y amargo.

LA VISTA

La estructura de los ojos de los peces es semejante a la del resto de los vertebrados, incluso muy parecida a la nuestra. Estos órganos pueden moverse de arriba abajo y de izquierda a derecha, merced a la disposición de unos músculos análogos a los de otros vertebrados. Sin embargo, mientras nuestro ojo enfoca variando la forma de la lente, en los peces la lente se desplaza hacia adelante y hacia atrás, es decir, más lejos o más cerca de la retina, mediante el ligamento falciforme. En algunos peces (por ejemplo, la trucha), este ajuste se realiza con una variación pequeña, pero en otros hay más posibilidades.

Los colores de los peces óseos son variados y brillantes. No es de extrañar,



Muchos peces, como el pez gato, tienen tentáculos o barbillas sensibles cerca de la boca.

pues, que la visión en color esté muy desarrollada en la mayoría de ellos, aunque esto no quiera decir que un color sea intenso y brillante para un pez porque lo sea para nosotros. Sin embargo, ciertas experiencias han demostrado que muchos peces (por ejemplo, la carpa dorada) distinguen dos colores diferentes de igual intensidad.

La amplia gama de colores que presentan los mismos peces está relacionada de algún modo con su reproducción sexual; con frecuencia, los machos son de brillantes colores, mientras que las hembras tienen un tono grisáceo y apagado. Un ejemplo de lo anterior se presenta en el espino. El macho de este pez ataca, decidido, a formas de color rojo situadas cerca de él, de modo exacto a como reacciona contra otros machos para preservar sus dominios.

OÍDO Y EQUILIBRIO

Los oídos de los peces son análogos a la parte interna de los nuestros. La *cóclea* y la *lagena* no están enrolladas y faltan las complicadas estructuras que se encuentran en el oído humano (por ejemplo, la *membrana basilar*).

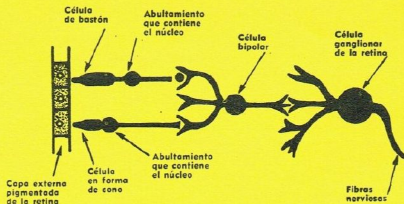
Con todo, las oportunas experiencias han demostrado que éste es el órgano del oído.

No existe tímpano, y el oído no dispone de camino para ponerse en comunicación con el mundo exterior. En la mayoría de los casos, la lagena recibe directamente las ondas sonoras a través del cuerpo del pez (previamente se han transmitido a través del agua). Existen muchos peces que producen sonidos, cuya detección tiene, probablemente, importancia en la época de desove.

Además de la lagena y cercanas a ella existen otras dos cámaras, el *sáculo* y el *utrículo*, y tres canales semicirculares dispuestos en tres planos perpendiculares entre sí (como en el oído humano). Cada cámara contiene una piedra calcárea u otolito, que presiona las terminaciones nerviosas, con lo que el pez se informa de su posición respecto a la dirección de la fuerza de gravedad. En algunos peces existe una cadena especial de huesos, los *huesecitos de Weberiam*, fijos a la espina dorsal y que unen el oído con la vejiga natatoria. Esta disposición se encuentra en las carpas y en el pez gato. (Durante la segunda guerra mundial, se colocaron unos micrófonos en unos recipientes vacíos que se sumergieron para que actuasen de amplificadores y, de esta manera, poder detectar los submarinos más fácilmente). Sin duda, la vejiga natatoria amplifica las vi-

INERVACIÓN DEL ÓRGANO VISUAL DE LOS PECES

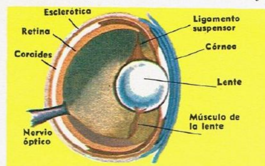
Disposición de las células de la parte óptica de la retina. La región sensible a la luz de la retina se compone de tres capas de células. La más externa dispone de dos clases de células; una de ellas tiene un largo apéndice introducido en la capa de pigmento, y la otra, un apéndice corto y redondeado (células de bastón y de cono); ambos apéndices son sensibles a la luz. Cada célula tiene una prolongación que sirve para conducir los impulsos nerviosos a la próxima capa, que se compone de células nerviosas bipolares (con dos apéndices). Estas últimas pasan el impulso a las dentritas de las células de la capa más interna (células ganglionares); los axon de estas células forman, por último, el nervio óptico que llega directamente al cerebro.



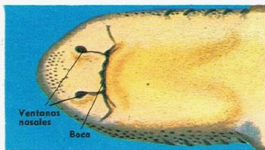
braciones que recibe el pez, y, a continuación, son transmitidas a la lagena, a través de la cadena de huesecitos. Es de interés observar que las carpas tienen un oído excelente, mientras que otros peces óseos (a los que les falta el dispositivo amplificador) son bastante sordos.

EL SISTEMA LATERAL

Este notable sistema de órganos sensoriales se encuentra sólo en los peces y en las formas más jóvenes (renacuajos) de las ranas y otros anfibios. Está mejor desarrollado en los peces óseos (osteictios) que en los del tipo tiburón (condrictios). Tanto en unos como en otros, se puede distinguir con claridad una línea que va desde el principio de la cabeza hasta la cola; es la *línea lateral.* Una serie de líneas semejantes se puede observar sobre la cabeza. Son grupos distintos de células sensoriales, dispuestas en filas largas y que están provistas, además, de terminaciones nerviosas. Las células están protegidas, algunas veces, por el surco en que se alojan, que discurre inmediatamente debajo de la superficie de la piel, y, otras, por un tubo que comunica con el exterior por un poro (a través de las escamas, en los peces óseos, entre ellos, los tiburones). Cada célula tiene un apéndice en forma de pelo, que llega hasta el agua, desde el surco o desde el tubo. Los movimientos y vibraciones del agua cercana al pez hacen que se muevan los pelos, lo que provoca un trastorno en sus células sensoriales que, en forma de impulso, se transmite por las fibras nerviosas hasta el cerebro.

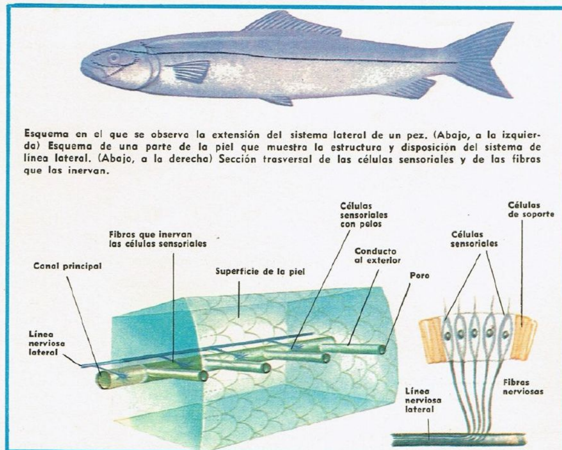


Esquema de una sección trasversal del ojo de un pez óseo.



Posición que presentan las ventanas nasales en el pez lija.

Las líneas de la cabeza están especialmente desarrolladas en el arenque y otros peces que se alimentan de plancton, ya que este sistema parece que juega un importante papel en la detección de alimento. Ciertos peces abisales tienen órganos de este tipo sobre protuberancias de los lados de su cuerpo. El alimento escasea en las regiones profundas del mar: ¿es posible, entonces, que este desarrollo extraordinario del sistema lateral ayude a los peces a encontrar sus presas? Por otro lado, estas líneas de órganos sensoriales serían igualmente valiosas para detectar los movimientos del agua que producen sus enemigos.


Esquema en el que se observa la extensión del sistema lateral de un pez. (Abajo, a la izquierda) Esquema de una parte de la piel que muestra la estructura y disposición del sistema de línea lateral. (Abajo, a la derecha) Sección trasversal de las células sensoriales y de las fibras que las inervan.

LOS NERVIOS DEL CRÁNEO Y SU RELACIÓN CON LOS ÓRGANOS SENSORIALES

Existen diez pares de nervios conectados con el cerebro, cuyo significado se puede conocer, una vez descritos los órganos sensoriales.

El primero, o *nervios olfatorios,* se compone de una serie de fibras que van directamente desde las células que cubren el saco olfatorio al cerebro.

El segundo, o *nervios ópticos,* tiene su origen en la cubierta de los ojos. Cada uno de ellos entra en el cráneo, a través de unos grandes agujeros que existen en la pared orbital, e inmediatamente se cruzan, de forma que el nervio de un ojo va al hemisferio cerebral opuesto.

Un tercer nervio es el llamado *óculomotor,* que surge de ciertos músculos del ojo.

El cuarto nervio o *troclear,* surge también del cerebro medio e igualmente conduce a músculos del ojo, distintos de los anteriores.

Los restantes músculos del ojo son inervados por los *nervios abducentes,* que tienen su origen en células de la base de la médula. Estos tres nervios de los músculos del ojo se parecen a los nervios motores del cordón espinal; todos ellos surgen de grupos de células bajo la cavidad del cerebro o inervan músculos somáticos.

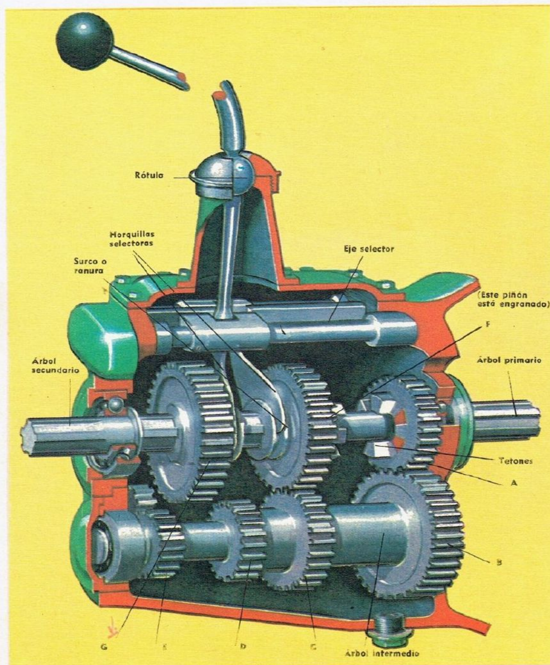
Los restantes nervios craneales difieren de los anteriores en que poseen ganglios, y, por tanto, se parecen a las raíces dorsales del cordón espinal. Sin embargo, no son meramente sensoriales, sino que contienen fibras motoras que pasan a aquellos músculos viscerales estriados, los músculos branquiales, que solamente se desarrollan en los arcos viscerales.

Se llaman: *trigémino, facial, auditor, glasofaríngeo* y *vago.*

El nervio octavo o auditor, se compone de fibras que van desde la cápsula ótica y en realidad no está relacionado con los arcos viscerales. Sin embargo, hay buenas razones para creer que ha surgido como una especialización del nervio séptimo (facial) para realizar la inervación del órgano auditor.

Existe otro nervio que corre por el cuerpo del pez, a cierta distancia del vago, que se llama *nervio hipoglosal* porque es el homólogo del que inerva los músculos de la lengua en los craneados superiores, pero, en realidad, en el pez-lija no es un nervio craneal sino espinal.

LA CAJA DE CAMBIOS



La caja de cambios permite que, mientras el cigüeñal gira a 2000-5000 r.p.m., el vehículo vaya a una velocidad que puede variar desde cero hasta 115 Km/h. Seleccionando la marcha adecuada en la caja de cambios, el motor puede funcionar sin esfuerzo, e impulsar el automóvil, cualesquiera que sean las condiciones de circulación en la carretera y de la carga.
Por el mecanismo del cambio de velocidades, la rotación del cigüeñal se transmite a las ruedas propulsoras en tal forma que, cuando el automóvil va despacio porque el motor agota su fuerza en subir trabajosamente una cuesta y corre el peligro de calarse, se puede alterar la transmisión y hacer que, aun yendo despacio el coche, el motor vuelva a girar de prisa dando toda su potencia, con lo que se aleja el temor de que se pare, y el coche podrá subir la cuesta con facilidad para el motor, aunque a menos velocidad de marcha que en llano. Ello se logra con una desmultiplicación adecuada en la caja de cambios.

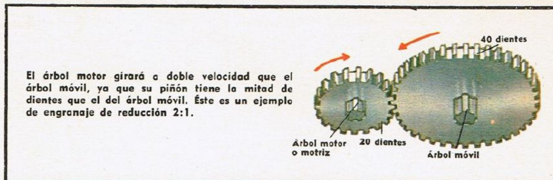
EL ENGRANAJE

Un piñón es un disco circular de metal, con una serie de dientes igualmente espaciados alrededor de su circunferencia,

El árbol primario es movido por el motor, a través del embrague, y un piñón, A, que está engranado constantemente con el B. Los piñones B, C, D y E (de la serie correspondiente al árbol intermedio o cuádruple) giran juntos sobre unos cojinetes fijos en el árbol intermedio. Los piñones F y G toman diversas posiciones a lo largo del eje secundario, mediante la palanca del cambio y las horquillas selectoras.

que se encuentra acoplado a un eje. Cuando dos piñones están engranados, los dientes de uno se introducen en los espacios del otro. Puesto que cada piñón tiene un número distinto de dientes la rotación de uno producirá en el otro una rotación de velocidad diferente. Si el piñón móvil tiene doble número de dientes que el piñón motriz, el primero girará a una velocidad mitad a la del segundo. Este acoplamiento es conocido como *engranaje reductor*. Al caso inverso —piñón motriz que gira más lento que el piñón al que transmite el movimiento— se denomina *engranaje multiplicador*.

El momento de torsión que un eje puede transmitir se incrementa cuando se reduce su velocidad de giro, y viceversa. En consecuencia, cuando sea necesario incrementar el momento de torsión deberá aplicarse un engranaje reductor, y, cuando se quiera disminuir, se aplicará un engranaje multiplicador.



El árbol motor girará a doble velocidad que el árbol móvil, ya que su piñón tiene la mitad de dientes que el del árbol móvil. Éste es un ejemplo de engranaje de reducción 2:1.

RELACIONES DE ENGRANAJE
(Relación de velocidad)

La caja de cambios de un vehículo de motor tiene dos o más trenes simples de engranajes en serie (uno detrás del otro), y el piñón móvil de un tren está fijo al mismo árbol que el motriz del próximo tren. Se define la relación de engranajes como:

$$\frac{\text{Producto de los dientes de los engranajes motrices}}{\text{Producto de los dientes de los engranajes móviles}}$$

Entonces, si hay dos piñones móviles que tienen 30 dientes cada uno, y dos piñones motrices con 15, se tendrá:

$$\text{relación de engranaje} = \frac{30 \times 30}{15 \times 15} = 4 \text{ a } 1$$

(engranaje reductor).

El árbol móvil girará sólo una vez por cada cuatro revoluciones del motriz, y la relación de engranaje corresponderá a la de la primera marcha.

Utilizando un número de trenes de engranaje cuyos piñones tengan distinta cantidad de dientes, la relación de engranaje varía y el momento de torsión del motor se puede multiplicar para que mueva una carga pesada, lentamente, o reducir para que mueva una carga ligera con más rapidez.

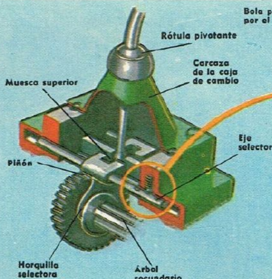
En general, se utiliza el máximo esfuerzo para la velocidad mínima, y el mínimo para la velocidad máxima.

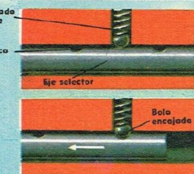
LA CAJA DE CAMBIOS DE ENGRANAJES DESLIZANTES

Para utilizar mejor el momento de torsión del motor, es necesario disponer de un método para cambiar la posición de los diversos piñones, y esto se realiza mediante la caja de cambios. La carcaza de la caja de cambios está construida en forma conveniente, de una aleación de aluminio o hierro. Cierto número de piñones de distintos tamaños se disponen sobre varios ejes, que normalmente giran sobre unos cojinetes colocados en los extremos de la carcaza.

En la caja de cambios de engranajes deslizantes, el *árbol-motor primario* es movido por el motor, a través del embrague. Este eje lleva un piñón que engrana con otro mucho mayor, montado sobre el *árbol intermedio* o cuádruple. Este piñón se denomina *de revolución constante*, porque siempre está engranado. La serie de piñones del árbol intermedio se fabrica con él en una misma sólida pieza, y giran sobre cojinetes colocados en este eje. El *árbol secundario* se apoya por su extremo en un cojinete que hay al pie del árbol primario.

Dos de los piñones disponen de sendas prolongaciones, en las que se han torneado surcos circulares. Los piñones, puesto que son estriados interiormente, pueden deslizarse a lo largo del árbol secundario —estriado también— mediante la palanca del cambio y las horquillas selectoras que están introducidas en los surcos de los engranajes.





MECANISMO SELECTOR

En la caja de cambios de tres velocidades, las dos horquillas selectoras están fijas sobre ejes selectores que, a su vez, están montados en la carcaza de la caja. Cada horquilla tiene una muesca superior, en donde encaja el extremo inferior de la palanca del cambio. Esta palanca se puede mover lateralmente merced a una rótula pivotante y de esta forma puede alojarse en la muesca de alguna de las horquillas selectoras.
Mediante un posterior movimiento de la palanca se deslizará la horquilla y su piñón, para que se verifique el engrane deseado. Para mantener la continuidad del engrane, los ejes selectores quedan trabados por bolas o émbolos presionados por muelles. También existe un dispositivo trabador intermedio, para evitar que dos piñones se engranen simultáneamente, lo que bloquearía firmemente el movimiento.

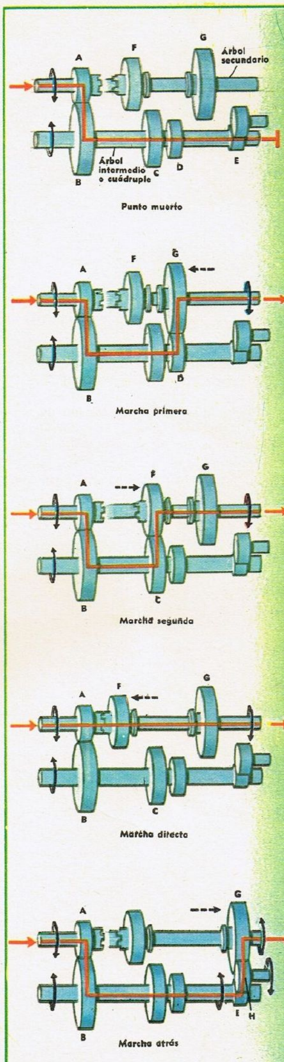
CAJA DE CAMBIOS SILENCIOSA

El dispositivo que explica el texto del artículo es una caja de cambios primitiva, que sirve perfectamente para dar una idea clara de cómo se realiza el cambio de marchas. Sin embargo, se trata de un mecanismo ruidoso, pues el tener que engranar un piñón desplazable con otro fijo y ambos girando a velocidades grandes y distintas entre sí, produce choques y desgastes que hacen ruidosas las operaciones de engranaje, porque el ajuste, por mucho cuidado que se tenga al montar la caja, padece bastante, al cabo de poco tiempo de uso, debido a las duras condiciones de trabajo. Los piñones de dientes rectos, si no están bien centrados y ajustados, no harán contacto entre sus dientes. En tales condiciones, sufren mayores presiones de las debidas y cuando engranan, funcionan con un ruido sostenido, continuo, molesto para los ocupantes y que es síntoma de trabajo irregular, holguras y deslineación. Si el desgaste que sobreviene hace necesario reponer algún piñón, es preciso sustituir los dos de la pareja que engrana, porque como no es fácil que el nuevo sea exactamente del mismo material y características de su compañero viejo, el más duro desgasta al blando y en seguida hay que efectuar nuevas reparaciones.

Una solución bastante satisfactoria a este problema la proporcionan los engranajes oblicuos o helicoidales, pues permiten un contacto lateral, entre los dientes, mejor y más completo.

Para facilitar el engranaje y mantener corregido el ajuste, los piñones desplazables se montan a su vez sobre ranuras inclinadas helicoidales, y en el mismo sentido que los dientes de los piñones. Combinando adecuadamente las inclinaciones de estrías y dientes, se consigue un funcionamiento satisfactorio y bastante silencioso.

Pero, sin duda, la mejor solución es la proporcionada por los piñones de revolución constante. En este caso, un piñón del árbol intermedio o cuádruple engrana constantemente en un piñón loco del árbol secundario. Sobre las estrías de éste se puede deslizar otro pequeño piñón. Cuando se quiere que el árbol secundario reciba movimiento, el piñón pequeño se desplaza para que engrane interiormente con el piñón loco y, como éste recibe movimiento del árbol intermedio constantemente, también empezará a girar el árbol secundario. Como en la solución anterior, todos estos piñones tienen sus dientes inclinados.



CAMBIO DE MARCHAS

En el punto muerto, no hay conexión directa entre el árbol intermedio o cuádruple y el árbol secundario, que es el que hace mover las ruedas.

MARCHA PRIMERA (CORTA)

Para seleccionar la marcha primera, el piñón G se desliza a lo largo del árbol secundario, mediante la horquilla selectora, para que engrane con el piñón D. El movimiento pasa, entonces, a través de los piñones A y B, por el árbol intermedio, al piñón D, y de éste al G, en el árbol secundario que mueve las ruedas. Se puede calcular la relación de engranaje.

En donde: B tiene 30 dientes; A tiene 20 dientes; G tiene 35 dientes; D tiene 15 dientes

$$\text{Relación engranaje} = \frac{B}{A} \times \frac{G}{D} = \frac{30}{20} \times \frac{35}{15} = 3{,}5 \text{ a } 1$$

MARCHA SEGUNDA (INTERMEDIA)

Para seleccionar la marcha segunda, se desengrana el primer piñón G y se desliza el F a lo largo del árbol secundario mediante su horquilla selectora, para que engrane con el piñón C. Entonces, el movimiento pasa a través del engranaje A y B como antes, a lo largo del árbol intermedio, al piñón C y después al F del árbol secundario, y de aquí a las ruedas.

En donde: B tiene 30 dientes; A tiene 20 dientes; F tiene 26 dientes; C tiene 24 dientes

$$\text{Relación engranaje} = \frac{B}{A} \times \frac{F}{C} = \frac{30}{20} \times \frac{26}{24} = 1{,}625 \text{ a } 1$$

MARCHA LARGA (DIRECTA)

Para seleccionar la marcha directa, se desengrana la segunda F, y se desliza, a lo largo del árbol secundario, hacia el extremo del árbol primario. El piñón F tiene unos tetones en su cara frontal que engranan con otros similares que hay en el extremo del árbol primario. Ello proporciona una conexión directa entre el motor y las ruedas, por medio del embrague, árbol primario y árbol secundario, todos los cuales girarán a la misma velocidad, es decir, la relación de engranaje es 1:1.

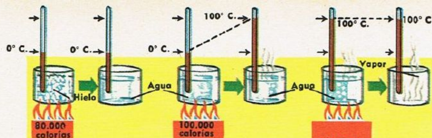
MARCHA ATRÁS

El piñón E está permanentemente engranado con otro H (desocupado y de movimiento inverso), que gira libremente con un corto árbol fijo en la carcaza de la caja. La marcha atrás se selecciona moviendo el piñón deslizante G para que engrane con el H, y entonces la dirección del árbol secundario, y, por tanto, el movimiento de las ruedas, se invierte.

Para los fines del cálculo, se ignora el número de dientes del piñón desocupado.

En donde: B tiene 30 dientes; A tiene 20 dientes; G tiene 35 dientes; E tiene 12 dientes

$$\text{Relación engranaje} = \frac{B}{A} \times \frac{G}{E} = \frac{30}{20} \times \frac{35}{12} = 4{,}375 \text{ a } 1$$



Para trasformar 1.000 g. de hielo a 0° C. en agua a la misma temperatura, se necesitan 80.000 calorías. Para elevar la temperatura del hielo fundido desde 0° C. a 100° C., se requieren 100.000 calorías. Para trasformar 1.000 g. de agua a 100° C. en vapor a igual temperatura, se necesitan 536.000 calorías. El calor absorbido, en aquellos casos en que no se modifica la temperatura, se llama "calor latente".

CALOR LATENTE

Cuando se suministra calor a una sustancia, se produce, generalmente, un aumento de su temperatura. En un artículo anterior, se ha expuesto que este aumento de temperatura depende del *calor específico* y de la *masa* de la sustancia. Sin embargo, hay casos en que se suministra calor a un cuerpo y no existe tal elevación de temperatura. Por ejemplo, cuando hierve el agua en una caldera, su temperatura es la de ebullición del agua, 100°C, y así permanece hasta que el recipiente queda seco. La temperatura permanece constante, a pesar de que la caldera está recibiendo calor continuamente. Este calor se está utilizando en convertir el agua líquida en vapor y recibe el nombre de *calor latente*.

Cualquier líquido precisa energía calorífica para trasformarse en gas, y este aporte se denomina *calor latente de vaporización*. En el proceso inverso, es decir, en el paso de gas a líquido, se libera una cantidad de calor idéntica. Cuando se funde un sólido (por ejemplo, hielo a agua), es necesario que absorba cierta cantidad de calor, y, en el proceso inverso (congelación del agua), se disipa un calor igual. A este calor se le llama *calor latente de fusión* del líquido.

Los calores latentes se miden siempre en calorías por gramo de sustancia, o en calorías por libra si la cantidad de calor se expresa en Unidades Térmicas Británicas. Por ejemplo, cuando se funde un gramo de hielo, absorbe 80 calorías, y entonces el calor latente de fusión es 80 calorías por gramo. Cuando se funde una libra de hielo, absorbe 144 B. t. u. de calor, y, en consecuencia, el calor latente de fusión del hielo es también 144 B. t. u. por libra.

El calor latente de vaporización del agua es 536 calorías por gramo o 965 B. t. u. por libra. Cuando hierve por completo un gramo de agua a 100°C, absorbe 536 calorías, y cuando un gramo de vapor a 100°C se condensa, proporciona 536 calorías. Una libra de agua, hirviendo a 100°C (212°F), absorbe 965 B. t. u., y una libra de vapor, al condensarse a 100°C, proporciona 965 B. t. u. de calor.

La cantidad de calor absorbida cuando se funde un gramo de una sustancia es su calor latente; la cantidad absorbida cuando se funden m gramos de la sustancia es m multiplicado por su calor latente de fusión (L calorías por gramo). Lo anterior conduce a la ecuación $Q = m \times L$, que da la cantidad de calor, Q, que proporcionan m gramos de una sustancia cuando se congela. La ecuación también es válida si Q se expresa en B. t. u., m en libras y L en B. t. u. por libra. La ecuación para calcular la cantidad de calor absorbida cuando m gramos de un líquido se vaporizan, o la que se desprende cuando se condensan m gramos de vapor, es también $Q = m \times L$, en donde L es el calor latente de vaporización.

EL CALORÍMETRO

La idea de calor latente se debe al Dr. Joseph Black (1722-99). En uno de sus experimentos para medir el calor latente de fusión del hielo, dejó un vaso que contenía 140 g. de agua y hielo, en una gran habitación, y notó que el agua necesitaba media hora para alcanzar la temperatura de 4° C. Una masa igual de hielo, en el mismo lugar, necesitaba, sin embargo, 10 horas para fundirse. A partir de estos resultados, ¿cómo se puede deducir el calor latente de fusión del hielo?

La cantidad de calor necesaria para subir hasta 4° C. la mezcla agua-hielo, se calcula con la fórmula $Q = m \times s \times t$.

Masa, m del agua = 140 g.
Calor específico, s, del agua = 1 cal/g/°C.
Aumento de la temperatura, t = 4° C.

$$Q = m \times s \times t = 140 \times 1 \times 4 = 560 \text{ calorías}$$

Puesto que la habitación suministra 560 calorías en media hora, en una hora serán 1.120, y en 10 horas 11.200 calorías, que se utilizan para fundir 140 g. de hielo. Por tanto, para fundir 1 g. se necesitan $\frac{11.200}{140}$, es decir, el calor latente de fusión del hielo es $\frac{11.200}{140} = 80$ calorías/g.

Sabiendo que 1 g. de hielo funde con 80 calorías, Black construyó un ingenioso "calorímetro de hielo", aparato que servía para medir cantidades de calor, sin necesidad de termómetro. La forma más simple de calorímetro consiste en un hueco practicado en una gran masa de hielo. Sobre el hueco, se coloca un trozo de hielo, a modo de tapa. Supongamos que el aparato se utiliza para medir el calor específico del hierro. La muestra de hierro se pesa, y a continuación se introduce en agua hirviendo. Mientras tanto, el hueco del hielo se seca cuidadosamente. Cuando el hierro ha adquirido la temperatura de ebullición del agua, es decir, 100° C., se traslada al hueco, que se tapa inmediatamente. El hierro suministra calor al hielo, hasta que se enfría a 0° C., y este calor se emplea en fundir hielo. La cantidad de hielo fundida se calcula por el incremento de peso de una esponja que se ha dispuesto previamente para recoger el agua.

Consideremos un ejemplo en el que el peso del hierro es 96 g., el de la esponja seca, 18 g., y el de la esponja con agua, 30 g.

CALOR RECIBIDO POR EL HIELO (CALOR NECESARIO PARA FUNDIR 12 g. DE HIELO)

Masa, m, de hielo fundido = 12 g.
Calor latente, L, del hielo = 80 cal/g.

Calor necesario para fundir el hielo =

$$Q = m \times L = 12 \times 80 = 960 \text{ calorías}$$

CALOR TOTAL PERDIDO POR EL HIERRO

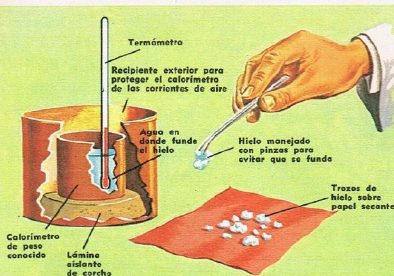
Caída de temperatura, t, del hierro, de 100° C. a 0° C. = 100° C.
Masa, m, del hierro = 96 g.
Calor específico, s, del hierro: desconocido

Calor perdido por el hierro =

$$Q = m \times s \times t = 96 \times s \times 100 = 9.600 \times s \text{ calorías}$$

Pero, calor perdido por el hierro = calor ganado por el hielo, entonces:

$$960 = 960 \times s \quad ; \quad s = \frac{960}{9.600} = 0{,}1 \text{ cal./g/°C.}$$ que es el "calor específico del hierro".



EXPERIMENTO PARA MEDIR EL CALOR LATENTE DE FUSIÓN DEL HIELO

En esta experiencia se introducen pequeños trozos de hielo, cuidadosamente secados, en un calorímetro que contiene una masa conocida de agua. Cuando el hielo funde, toma su calor latente de fusión del calorímetro y del agua. Parte del calor se invierte en fundir el hielo y se forma agua a 0° C. El resto del calor perdido por el calorímetro, y por su contenido, hace subir la temperatura del agua de fusión del hielo, de 0° C. a su valor final.
En una experiencia típica, el calorímetro (que es de cobre) pesa 40 g. (calor específico 0,09 cal/g/°C.). Contiene, inicialmente, 55 g. de agua a 30° C. El hielo, secado sobre papel secante, se añade, trozo a trozo, al tiempo que se agita el agua del calorímetro para facilitar su fusión. Se interrumpe la adición de hielo, cuando la temperatura del agua del calorímetro desciende a 10° C. Se pesan, de nuevo, el calorímetro y su contenido, para calcular la cantidad de hielo añadida. En este caso, la masa del hielo es 13 g.
El calorímetro y el agua pierden calor y se enfrían, de 30° C. a 10° C. El hielo gana calor, en primer lugar, para fundirse, y en segundo, para subir su temperatura de 0° C. a 10° C.
El calor perdido por el calorímetro y el agua se calcula por medio de la fórmula $Q = m \times s \times t$.

CALOR PERDIDO POR EL CALORÍMETRO

Descenso de la temperatura del calorímetro, t, para enfriarse de 30° C. a 10° C. = 20° C. Masa, m, del calorímetro = 40 g. Calor específico, s, del cobre = 0,09 cal/g/°Centígrado.	$Q = m \times s \times t$ $= 40 \times 0{,}09 \times 20$ = 72 calorías

CALOR PERDIDO POR EL AGUA

Descenso, t, de la temperatura = 20° C. Masa, m, de agua = 55 g. Calor específico, s, del agua = 1 cal/g/°C.	$Q = m \times s \times t$ $= 55 \times 1 \times 20$ = 1.100 calorías

Calor total perdido por el calorímetro y el agua = 72 + 1.100 = 1.172 calorías.

Estas 1.172 calorías se consumen en fundir el hielo y en subir su temperatura hasta 10° C., de tal forma que, para calcular el calor de fusión del hielo, es preciso obtener antes el calor necesario para subir la temperatura del hielo fundido.

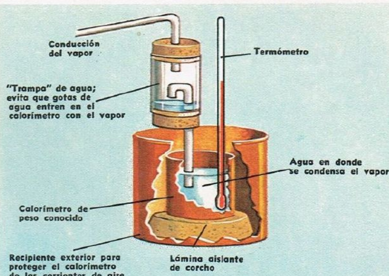
CALOR GANADO POR EL AGUA (PROCEDENTE DE LA FUSIÓN DEL HIELO)

Elevación de la temperatura, t = 10° C. Masa, m, del agua = 13 g. Calor específico del agua = 1 cal/g/°C.	$Q = m \times s \times t$ $= 13 \times 1 \times 10$ = 130 calorías

Entonces, el calor necesario para fundir 13 g. de hielo es 1.172 — 130 calorías = 1.042 calorías.

Calor latente de fusión del hielo es el calor necesario para fundir 1 g. de hielo

$$= \frac{1.042}{13} = 80 \frac{2}{13} \text{ calorías}$$



EXPERIENCIA PARA MEDIR EL CALOR LATENTE DE VAPORIZACIÓN DEL AGUA

En esta experiencia, se hace pasar el vapor seco al interior de una masa conocida de agua, que se encuentra en un calorímetro cuyo peso se conoce. El vapor se condensa en el agua y le suministra su calor latente y el que se desprende al disminuir su temperatura desde 100° C. a la temperatura final del calorímetro. La masa de vapor condensado se calcula pesando el calorímetro y su contenido, al final de la experiencia.
En un experimento típico, el calorímetro de cobre pesa 40 g. Contiene, inicialmente, 57 g. de agua a 10° C. a la que se suministra vapor de agua, hasta que su temperatura suba a 30° C. El calorímetro y su contenido se pesan, de nuevo, para calcular la masa de vapor condensado. En este caso, la masa de vapor es de 2 g. Ganan calor el calorímetro y el agua para elevar su temperatura de 10° C. a 30° C. El calor perdido procede de la condensación del vapor y del descenso de temperatura del vapor condensado de 100° C. a 30° C. El calor perdido por el vapor es igual al calor ganado por el calorímetro y el agua.

CALOR GANADO POR EL CALORÍMETRO

Masa, m, del calorímetro = 40 g. Calor específico, s, del cobre = 0,09 cal/g/°C. Elevación de la temperatura, t, del calorímetro, de 10° C. a 30° C. = 20° C.	Calor ganado por el calorímetro = $Q = m \times s \times t$ $= 40 \times 0{,}09 \times 20$ = 72 calorías

CALOR GANADO POR EL AGUA

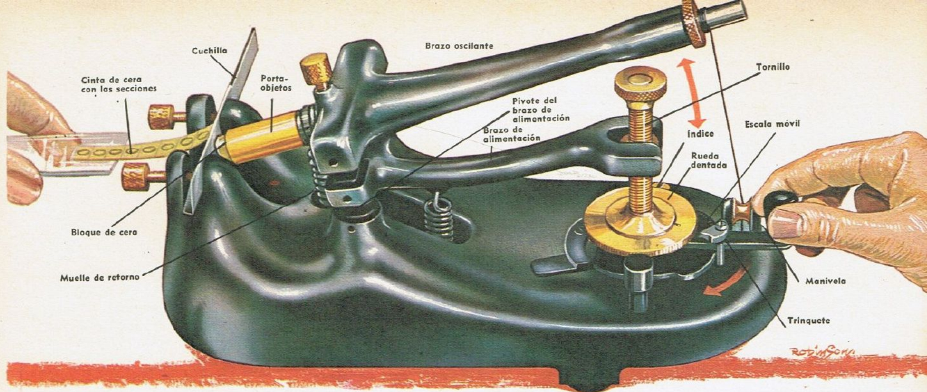
Masa, m, del agua = 57 g. Calor específico del agua = 1 cal/g/°C. Elevación, t, de la temperatura = 20° C.	Calor ganado por el agua = $Q = m \times s \times t$ $= 57 \times 1 \times 20$ = 1.140 calorías

Calor total ganado por el calorímetro y el agua = 1.140 + 72 = 1.212 calorías.
El calor ganado es igual al calor latente desprendido en la condensación de 2 g. de vapor, más el calor perdido por 2 g. de agua al enfriarse desde 100° C. a 30° C.

CALOR PERDIDO POR EL AGUA

Masa, m, del agua = 2 g. Descenso de la temperatura, t, del agua, de 100° C. a 30° C. = 70° C. Calor específico del agua, s = 1 cal/g/°C.	Calor perdido por el agua = $Q = m \times s \times t$ $= 2 \times 1 \times 70$ = 140 calorías

Entonces, de las 1.212 calorías ganadas por el calorímetro y el agua, 140 proceden del enfriamiento del vapor condensado, y las restantes, es decir, 1.212 — 140 = 1.072 calorías, se obtienen del calor latente desprendido al condensarse 2 g. de vapor. Por tanto, 1 g. de vapor daría $\frac{1.072}{2}$ = 536 calorías; en consecuencia, el calor latente de vaporización del agua, es 536 calorías por gramo.



Micrótomo oscilante en acción. La cinta de cera con las secciones se puede recoger sobre una lámina de vidrio para su examen.

USO DEL MICRÓTOMO

El corte a mano puede ser un método simple y eficaz para obtener un pequeño número de secciones de tejido animal o vegetal. Sin embargo, cuando se necesita un gran número de estas secciones, el *micrótomo* constituye la ayuda indispensable; con este aparato se obtienen numerosas secciones de espesor uniforme. En la práctica resulta imposible cortar secciones delgadas manualmente, pero con el micrótomo se puede conseguir espesores de dos milésimas de milímetro. Aunque existen varios tipos de micrótomos, aquí se describe únicamente el *tipo oscilante*, así llamado por su forma de acción.

Para evitar la contracción del material que ha de ser seccionado, se le embebe previamente en un bloque de parafina, y así se coloca en el portaobjetos del aparato. La cuchilla se fija con firmeza mediante unos tornillos, y la muestra se hace pasar por su borde cortante por medio de una serie de palancas. Es esencial contar con una cuchilla perfectamente afilada.

El espesor del corte se puede seleccionar ajustando una escala móvil; el objeto a seccionar se fija al portaobjetos, de modo que quede muy cerca de la cuchilla. Para trabajar con la máquina basta mover con la mano una manivela hacia adelante; simultáneamente bascula un brazo del aparato de tal forma que la muestra se coloca en la parte superior de la cuchilla (en su filo). Cuando se vuelve hacia atrás la manivela, un muelle hace bajar la muestra suavemente por la cuchilla y se produce el corte de aquella.

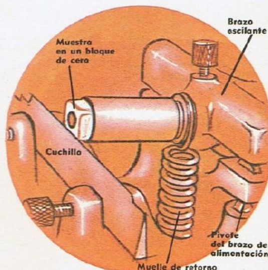
Antes de que se pueda obtener otra sección es necesario que el objeto avance la distancia precisa. Esto se logra por la acción de una rueda dentada y del brazo de alimentación.

Un extremo de este último está unido a la primera por un tornillo, mientras que el otro descansa sobre una superficie curva que desplaza el pivote de giro del brazo oscilante. Cuando se acciona la manivela un mecanismo de trinquete hace girar la rueda, y el extremo del brazo de alimentación se mueve hacia arriba por el tornillo. Ello hace que el otro extremo desplace el punto de apoyo del brazo oscilante, de tal forma que la muestra avanza una pequeña distancia y queda lista para el próximo corte. La distancia que avanza y, por tanto, el espesor de la sección, depende del índice que se haya puesto en la escala.

Si el objeto se ha embebido en una cera de punto de fusión adecuado, cuando se cortan las diversas secciones quedan adheridas por sus bordes y se obtiene una serie de ellas en forma de cinta. Esto tiene gran valor para estudiar los cambios que suceden, por ejemplo, en la zona de crecimiento de una planta o en el canal alimenticio de un insecto.

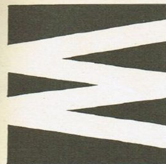
Algunos micrótomos se han adaptado para cortar tejidos congelados. Se proyecta sobre el objeto un delgado chorro de bióxido de carbono líquido, que lo congela y lo deja dispuesto para su corte. Sin embargo, no se pueden conseguir secciones tan delgadas ni series tan largas como en el caso del material embebido en cera. Tiene la ventaja de que el tejido fresco se puede cortar sin peligro de que se verifiquen cambios químicos.

Las secciones obtenidas con micrótomo se pueden preparar y teñir de igual forma que las cortadas a mano. La cera se elimina con un disolvente adecuado, como el xileno.



Aspecto parcial de los pivotes de los brazos y del portaobjetos.

18-9-64



NUEVAS REALIDADES, NUEVOS TÉRMINOS

LA FABRICACIÓN DE CERILLAS

Hacia 1826, Walker descubrió los llamados "fósforos químicos", proporcionando un gran adelanto en los medios para producir fuego.

En 1812, se había inventado una especie de cerillas, que consistían en un palito de madera que se introducía en azufre fundido, y la "cabeza" se formaba con una mezcla de azúcar y clorato potásico. Se inflamaban introduciéndolas en un frasco que contenía asbesto humedecido con ácido sulfúrico. Como puede observarse, en la composición de aquellos palitos no intervenía el fósforo, y, por tanto, no se podían llamar "fósforos".

En los primeros años, las cerillas contenían fósforo blanco, un agente oxidante (bióxido de manganeso, clorato o nitrato potásicos) y goma, en cantidad suficiente para formar una pasta espesa. La goma, además de actuar como adhesivo, protegía al fósforo de la oxidación. El calor originado por frotamiento sobre arena, o papel esmeril, producía la inflamación, que a veces era explosiva, sobre todo cuando se utilizaba clorato como agente oxidante. La mezcla inflamable se prepara agitando lentamente el fósforo en una solución caliente de dextrina, o cola; se adicionan entonces los materiales oxidantes, y la pasta sigue agitándose hasta que se enfría. Frecuentemente, se colorea con ultramar, cromato de plomo, negro de humo, etc. Se esparce luego uniformemente en capa delgada sobre una tabla, y se hacen penetrar en ella, una o dos veces, palitos previamente preparados, con lo que se forman las cabezas. Cuando están secas las cabezas, suelen introducirse en un barniz o goma, para cubrirlas con una ligera capa que las protege de la humedad.

Desde hace bastantes años está prohibido en algunos países el empleo del elemento fósforo (que es venenoso) en la fabricación de cerillas y se ha sustituido por el trisulfuro tetrafosforoso P_4S_3. En líneas generales, la composición de las cerillas modernas es la siguiente: una sustancia que arde fácilmente por frotamiento, como el P_4S_3; un agente oxidante, clorato potásico; un agente oxidable, parafina o azufre; un adhesivo, goma; y un material de relleno, para la frotación, tal como vidrio molido. Formada la cabeza, se recubre con un barniz protector.

Existen también los **fósforos de seguridad, o cerillas suecas.** La cabeza es, generalmente, de azufre, o trisulfuro de antimonio con clorato potásico, o bicromato como material oxidante. En algunos casos, se utilizan minio, peróxido de plomo o bióxido de manganeso, formando parte del material oxidante. Estas cerillas no pueden arder si no se frotan sobre una superficie especial, formada de fósforo rojo, trisulfuro de antimonio y dextrina, o cola, a la que se añade, a veces, vidrio pulverizado o esmeril para aumentar la fricción.

Las composiciones de distintas clases de fósforos se mantienen como secreto industrial por las respectivas fábricas. A continuación damos una de ellas:

Composición de la cabeza

Clorato potásico (ClO_3K)	5	partes
Bicromato potásico ($Cr_2O_7K_2$) ..	2	,,
Polvo de vidrio	3	,,
Goma	2	,,

Superficie de fricción

Trisulfuro de antimonio (S_3Sb_2)	5	partes
Fósforo rojo	3	,,
Bióxido de manganeso (MnO_2)	1,5	,,
Cola	4	,,



CORREO DE LECTORES

QUÍMICA NUCLEAR

No comprendo cómo el protón, que mide 3 Angstrom (?) de diámetro, puede reaccionar en un BARN que es mucho más pequeño. R. A. T.

Su error fundamental parte de que un protón no mide 3 A. ($3 \cdot 10^{-8}$ cm.) sino 10^{-13} cm.

A partir de lo anterior, demostraremos cómo un protón cabe en un BARN. En efecto.

1 protón $= 10^{-13}$ cm. de diámetro
1 BARN $= 10^{-24}$ cm.^{2}

Suponiendo que la superficie del BARN sea circular, vamos a calcular su diámetro, que compararemos a continuación con el del protón

$$10^{-24} = \pi r^2 = 3{,}14 \left(\frac{d}{2}\right)^2$$

o sea: $10^{-24} = \dfrac{3{,}14}{4} \times d^2$ y $d^2 = \dfrac{4}{3{,}14} \times 10^{-24}$

por tanto: $d = \sqrt{1{,}27 \times 10^{-24}}$ y en definitiva $d = 1{,}12 \cdot 10^{-12}$ cm.

Por consiguiente, el diámetro de un BARN es todavía casi 10 veces mayor que el del protón.

ACÚSTICA

Desearía saber cómo se acondiciona acústicamente una habitación rectangular. R. P.

En 1895, W. C. Sabine, científico de Harvard, descubrió que las propiedades acústicas de un local están determinadas, en gran escala, por la proporción en que sus paredes, suelo y techo absorben la energía sonora.

Unas buenas condiciones acústicas permiten que el sonido persista en el local un tiempo adecuado; si es demasiado corto, no se alcanza la intensidad sonora conveniente; si es demasiado largo, los sucesivos sonidos se confunden. Parece que el valor óptimo oscila entre 1 y 2 segundos.

El tiempo de permanencia del sonido, o **tiempo de reverberación**, depende, entonces, de la velocidad de absorción del sonido por la superficie del local, y debe existir, por tanto, una relación matemática que ligue ambas variables, y permita deducir una en función de la otra.

En efecto, si llamamos α (**coeficiente de absorción**) al tanto por uno de energía sonora absorbida por una superficie, y T al tiempo de reverberación, tras un razonamiento matemático que no es necesario exponer aquí, se llegaría a la siguiente ecuación:

$$T = 0{,}16 \times \frac{\text{Volumen del local}}{\text{Área del local} \times \alpha}$$

Esta expresión permite calcular fácilmente el coeficiente de absorción que han de tener las superficies de un local, para que posea el tiempo de reverberación conveniente (1 segundo). Obtenido el valor de α, basta usar una tabla, escoger en ella el material de construcción que posea dicho valor, y recubrir con él las paredes del local.

La tabla siguiente puede servir de orientación a este respecto:

Sustancia	Coeficiente de absorción (α)
Celotex	0,35
Fieltro de pelo	0,50
Linóleo	0,02
Pared de ladrillo	0,03
Tapicería, cortinas, etc.	0,30
Vidrio	0,02
Yeso	0,02

Como ejemplo ilustrativo, resolvamos el caso siguiente: ¿Qué material debe ponerse en las paredes de un local rectangular de 6m × 4m × 10m para acondicionarlo acústicamente?

$$1 = 0{,}16 \frac{240}{(2 \times 24 + 2 \times 40 + 2 \times 60)\,\alpha}; \quad \alpha = 0{,}15$$

Puesto que 0,15 es la mitad del coeficiente de absorción que poseen los tapices, cortinas, etc., bastará cubrir la mitad de la superficie del local con este tipo de material, para tener el problema solucionado.

DILATACIÓN

¿Un puente de metal de 50 m. puede dilatarse 12 cm. al subir su temperatura de 0° C a 50° C? A. V.

Evidentemente este hecho no es normal y sin duda el dato de TECNIRAMA se trata de una errata. Decimos que no es normal porque los materiales de los que comúnmente se construyen los puentes no tienen un coeficiente de dilatación tan grande. Sin embargo, existen metales cuyo



CORREO DE LECTORES

Comunique sus dudas u objeciones a **TECNIRAMA**, a la dirección del distribuidor en su país. No olvide indicarnos cuáles son los temas de lectura que prefiere.

coeficiente de dilatación es elevado, y con los cuales en teoría se podrían construir puentes que se dilatasen 12 cm. o más en un intervalo de temperaturas de 50° C.

En efecto, deduzcamos primero el coeficiente de dilatación necesario para conseguir un aumento de longitud de 12 centímetros.

$$L_t = L_o (1 + \alpha t)$$
$$50{,}12 = 50 (1 + \alpha \times 50)$$
$$\alpha = 48 \ . \ 10^{-6}$$

Por tanto, cualquier sustancia cuyo coeficiente de dilatación lineal sea igual o superior al valor anterior cumplirá con las exigencias (dilatará 12 o más centímetros).

Al examinar una tabla de coeficientes encontramos:

Indio ($\alpha = 41{,}7 \ . \ 10^{-6}$)
Sodio ($\alpha = 62 \ . \ 10^{-6}$)
Rubidio ($\alpha = 86{,}2 \ . \ 10^{-6}$)

Evidentemente la construcción de un puente con estos metales es absurda por diferentes motivos.

Ahora bien, si nos fijamos en otros materiales no metálicos observamos que también presentan coeficientes de dilatación elevados. Por ejemplo:

Tableros de fibra cruzada de haya ($\alpha = 61{,}4 \ . \ 10^{-6}$)
Tableros de fibra cruzada de arce ($\alpha = 48{,}4 \ . \ 10^{-6}$)
Tableros de fibra cruzada de roble ($\alpha = 54{,}4 \ . \ 10^{-6}$)
Tableros de fibra cruzada de nogal ($\alpha = 48{,}4 \ . \ 10^{-6}$)

El que estos materiales entren a formar parte de un puente, ya no es tan absurdo, sobre todo en puentes de emergencia de zonas rurales, en los que se utiliza la madera en abundancia. No obstante, es necesario advertir que la madera normal (no la preparada en forma de tableros) proporciona una dilatación insignificante.

POTENCIA

Creo que el valor exacto de 1 HP es 0,736 kw y no 0,75 kw como se expone en TECNIRAMA. P. V.

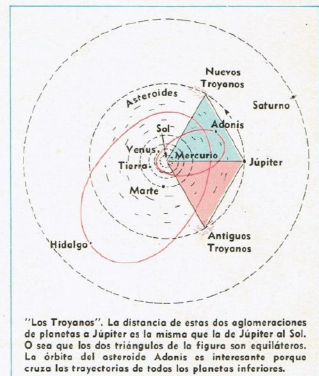
La equivalencia en kilovatios de 1 HP que aparece en TECNIRAMA es correcta (1 HP = 0,75 kw). En realidad, la equivalencia exacta es 1 HP = 0,745 kw. Usted sin duda se refiere a la equivalencia de 1 C.V. (cheval de vapeur o caballo de vapor) que es la unidad técnica de potencia en el Sistema Métrico Decimal y cuya equivalencia exacta es 1 C.V. = 0,735 kw.

La confusión, como usted puede apreciar, radica en considerar que es igual 1 HP que 1 C.V. El primero es la unidad técnica de potencia en el Sistema Británico de Unidades (H.P. significa horse power o potencia de un caballo) y el segundo, en el Decimal, como se acaba de exponer. Puesto que las unidades fundamentales en ambos sistemas no son las mismas, al deducir las correspondientes a la potencia se obtienen valores algo distintos, concretamente, 1 HP = 1,0139 C. V.

A veces, en vez de poner 1 C.V. se puede escribir también 1 H.P. métrico, lo que a nuestro juicio aumenta las posibilidades de confusión.

"TROYANOS"

M. T. P. La aparente confusión acerca de los "Troyanos", conjuntos de pequeños planetas que acompañan a Júpiter en su órbita, proviene de que hace poco se descubrió, además del grupo que lo sigue, **otro** que lo precede.



"Los Troyanos". La distancia de estas dos aglomeraciones de planetas a Júpiter es la misma que la de Júpiter al Sol. O sea que los dos triángulos de la figura son equiláteros. La órbita del asteroide Adonis es interesante porque cruza las trayectorias de todos los planetas inferiores.

Y PARA CONCLUIR...

BUEYES DE ASIA

En las inmensas regiones asiáticas existe una serie de bovinos, que, bien en estado salvaje, o domesticados, proporcionan alimento y medio de transporte a una gran parte de los habitantes de aquellos países.

En la India se encuentran el buey gayal (**Bibos frontalis**) con los cuernos implantados en el borde del hueso frontal, algo encorvados y dirigidos afuera; el cebú (**Bos indicus**), de menor tamaño que el buey europeo, con los cuernos cortos y, en el dorso, una joroba adiposa. Este animal, cruzado en EE. UU. con otras razas de gran rendimiento cárnico, ha proporcionado una nueva raza, Santa Gertrudis, que mantiene su alto rendimiento de carne, y que posee, además, unas notables características de resistencia a climas calurosos y a condiciones de difícil alimentación. El cebú es el famoso buey sagrado de los brahmanes.

En las Filipinas e Indonesia, existe el carabao (**Anoa depressicornis**), cavicornio de formas toscas, cabeza larga y estrecha, con cuernos largos y verticales.

El yak o buey gruñidor (**Pöephagus grunniens**) habita las altas montañas de Asia, a partir de los 2.000 metros de altitud (Tibet); tiene el cuerpo cubierto de pelos grises, negros y blancos tan largos que llegan al suelo, y la cola con pelos finos, que recuerdan las crines de los caballos; sus cuernos son altos y arqueados.

Por último, el bisonte europeo (**Bisón bonasus**) bovino de gran corpulencia, hoy casi extinguido (queda en algunos zoológicos y parques particulares). En las primeras décadas de este siglo quedaban ejemplares en Silesia, el Cáucaso y Polonia. La primera guerra mundial terminó con ellos.

FRASE DE LA SEMANA

Dijo Unamuno: "Uno sólo es creído cuando acierta a decir lo que hay en el pensamiento de los otros".

PRECIOS DE VENTA (Rigen también para los números atrasados)

ARGENTINA,	Pesos	35.—	ECUADOR,	Sucres	6.—	*HONDURAS,	Lempiras	0,60	PERÚ,	Soles	10.—
*COLOMBIA,	Pesos	3.—	*EL SALVADOR,	Colones	1.—	*MÉXICO,	Pesos	3,50	*PUERTO RICO,	Dólares	0,30
*COSTA RICA,	Colones	2.—	ESPAÑA,	Pesetas	18.—	*NICARAGUA,	Córdobas	2.—	*R. DOMINICANA,	Pesos	0,30
*CHILE,	Escudos	1.—	*GUATEMALA,	Quetzales	0,30	*PANAMÁ,	Balboas	0,30	URUGUAY,	Pesos	4,50
									*VENEZUELA,	Bolívares	1,50

Aparece todas las semanas

* Distribución a partir del 16 de noviembre de 1964.

Nº 58

tecnirama

ENCICLOPEDIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA ®



AUTORES CONSULTADOS SOBRE TEMAS ESPECIALES DE ESTE NÚMERO: D. S. SAYRE (J. M. T.), construcción de aviones. H. KÜENEN (Universidad de Groningen), el fondo del océano. J. ARIAS PAZ (Escuela I. Ejército, Madrid), engranaje de acople sincronizado. F. P. SHEPARD (Universidad de California), el fondo del océano. K. B. WIBERG (Universidad de Yale), la destilación fraccionada. L. PLANTEFOL (Facultad de Ciencias, París), los musgos y las plantas afines. L. F. HATCH (Universidad de Texas), la destilación fraccionada. K. B. HENDERSON (Universidad de Illinois), las potencias de diez. G. P. HARNWELL (Universidad de Pennsylvania), los rayos infrarrojos. W. S. GIFFORD (American Telephone and Telegraph Co.), cables submarinos. R. N. SHREVE (Univ. Purdue), fabricación de margarina.

TECNIRAMA ®, Enciclopedia de la ciencia y la técnica de hoy, es una obra sistemática que se publica en forma de semanario encuadernable. Una vez eliminadas las cubiertas de los ejemplares, las páginas interiores numeradas forman un curso progresivo. Dichos fascículos se coleccionan cómodamente en prácticas tapas-libro para trece números cada una, que aparecen trimestralmente e incluyen los índices temáticos y alfabéticos completos del tomo.

Publicada en Argentina por
EDITORIAL CODEX S.A.
BOLÍVAR 578 BUENOS AIRES



AÑO II
TOMO V
Nº 58

SUMARIO

Distribuidores, agentes de suscripciones y venta de ediciones anteriores: ARGENTINA: Distribuidora Universal S.R.L., Herrera 513, Buenos Aires. **COLOMBIA:** Editorial Publex Colombiana, Carrera 7ª Nº 13-58, Bogotá. **COSTA RICA:** Carlos Valerín Sáenz y Cía., Apartado 1924, San José. **CHILE:** Cía. Chilena de Ediciones S.A., Santo Domingo 1175, Santiago. **ECUADOR:** Muñoz Hnos., Bvard. 9 de Octubre 732, Guayaquil. **EL SALVADOR:** Librería Hispanoamérica, Emilio J. Simón y Cía., 1ª calle Oriente y 4ª Avenida Norte, San Salvador. **ESPAÑA:** Distribuidora Europea de Publicaciones (DISEUROPA), Córcega 414, Barcelona. **GUATEMALA:** De La Riva Hnos., 9ª Avenida 10-34, Guatemala. **HONDURAS:** Librería Navarro, Calle Real, Comayagüela DC. **MÉXICO:** Distribuidora Publex S.A. (DISPLUBEX), Dir. responsable Marcial Frigolet Lerma, Bolívar 154, México, D.F. **NICARAGUA:** Ramiro Ramírez Valdez, Avda. Bolívar Sur 302 A, Managua. **PANAMÁ:** José Menéndez, Apartado 2052, Panamá. **PERÚ:** Central Peruana de Publicaciones S.A., Avda. Bolivia 154, Lima. **PUERTO RICO:** Matías Photo Shop, Fortaleza 200, San Juan. **REPÚBLICA DOMINICANA:** Librería Dominicana, Mercedes 49, Santo Domingo. **URUGUAY:** Distribuidora Paysandú S. A., Luis P. Ponce 1432, Montevideo. **VENEZUELA:** Distribuidora Guaicaipuro C. A., Principal a Santa Capilla 4, Caracas.

Semanario ilustrado publicado por Editorial Codex S. A., Bolívar 578, Buenos Aires, Argentina. Director: Nicolás J. Gibelli. Registrada como correspondencia de 2da. clase en la Administración de Correos de Guatemala, Nº 1.554. Reg. de la Propiedad Intelectual Nº 776.798.

TEMA DE LA CUBIERTA: CONSTRUCCIÓN DE AVIONES. — En una plataforma móvil especial se ensaya el flujo de combustible a los motores, en las distintas posiciones inclinadas que puede tomar el avión. En la plataforma se reproducen todos los conductos del sistema de combustible.

Correo Argentino Central B	TARIFA REDUCIDA
	CONCESIÓN Nº 7271

Imprimió Cía. Fabril Financiera Iriarte 2035, Bs. As., Argentina



NOTICIAS DE HOY

Nueva ciudad prehistórica. — En Turquía han sido excavados los restos de una **ciudad neolítica** que es la mayor del mundo de ese período (unas 16 hectáreas). Los numerosos restos encontrados prueban la existencia de una civilización con estructura económica muy desarrollada y un arte floreciente **7.000 años antes de Cristo** o, incluso, más. El cultivo de los cereales y la ganadería estaban muy adelantados. El arte es de tipo naturalista y demuestra la supervivencia y el auge de este tipo de arte en Anatolia, después de su desaparición en Europa, al acabar la edad del hielo. Parece ser un próspero representante de una civilización mediterránea desconocida, que sentaría los fundamentos del desarrollo de la civilización europea histórica.

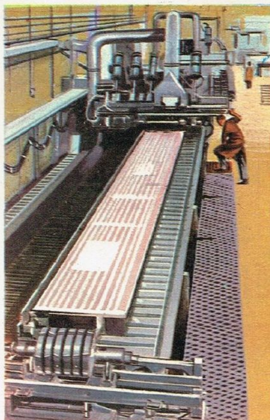
El microscopio más poderoso. — El microscopio de campo iónico permite ver los átomos de los distintos planos de cristalización de los metales, cosa hasta ahora imposible. Su aumento alcanza hasta los dos millones de diámetros. Ha sido creado por un equipo de científicos de la Universidad de Pennsylvania, encabezado por el Dr. E. W. Muller. La ciencia sabía la manera cómo se disponían los átomos en la materia sólida, pero ahora, gracias a este nuevo microscopio, ha sido posible verlo. Este microscopio funciona de manera parecida a un tubo de televisión. Una pantalla fosforescente es bombardeada con iones de helio, rechazado por el fragmento de metal examinado, que se encuentra, en el vacío, sometido a un voltaje extremadamente alto.

Nuevas fuentes de manganeso. — El manganeso, metal de aspecto semejante a la plata, no muy duro, que se oxida rápidamente por la acción del calor, es muy útil para aleaciones destinadas a la producción de aceros especiales. La demanda de manganeso es mucha. Algunos científicos están considerando la posibilidad de explotar yacimientos de este metal en el fondo del mar. Para la exploración del fondo submarino pueden usarse las ondas sonoras, enviadas por un barco explorador. Estas sondas son reflejadas en ángulos poco usuales cuando tropiezan con depósitos subterráneos de manganeso. Además, en las profundidades submarinas se acumulan capas de manganeso, precipitado del agua del mar, sobre objetos depositados en el fondo.



NOTICIAS DE MAÑANA

La evolución del medio. — En Inglaterra se están comprobando cuidadosamente los efectos de los residuos industriales sobre el paisaje y la fauna. Uno de los casos investigados con más detalles es la desaparición de líquenes que recubrían los tejados y los árboles en los suburbios industriales. Un lepidóptero de la familia de los geométridos, **Biston betularia**, que la gente suele calificar como "polilla" o mariposa nocturna, presentaba, a veces, formas de color negro bastante raras y que difieren de los ejemplares normales, los cuales son de un color gris finamente jaspeado. Coincidiendo con el desarrollo de la industria en muchas zonas y la desaparición de líquenes que tapizan los troncos donde esta mariposa suele posarse de día, parece ser que se presenta ahora una abundancia mayor de las formas negras. Se ha explicado el hecho como una adaptación de la mariposa a las nuevas superficies no cubiertas de líquenes, que, por dicho motivo, en vez de mostrar el color grisáceo moteado que armonizaba con el tinte de la mariposa normal, son mucho más oscuras. El afianzamiento de la forma negra ocurriría por eliminación progresiva de las formas claras, que los pájaros distinguirían mejor al posarse en los troncos sin líquenes. Ahora, por obra de la industria, la forma mejor protegida por su color parece ser la negra. Este progresivo aumento de las formas negras de mariposas ha recibido el nombre de **melanismo industrial.** Están en curso importantes trabajos genéticos para determinar el modo de herencia de los caracteres que controlan la coloración de **Biston betularia** y de sus razas negras. Si el mecanismo de herencia y eliminación de formas claras se confirma, nos encontraríamos frente a uno de los ejemplos más vivos y rápidos de la evolución. Parece ser que hoy día la acción humana, que se hace sentir en toda la Tierra, es uno de los más potentes factores de evolución de los organismos.



Máquina fresadora en la que se da forma a secciones enteras de ala.

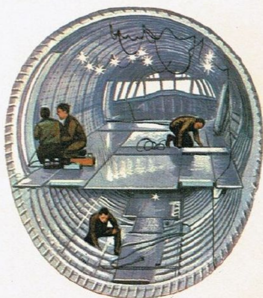
CONSTRUCCIÓN DE AVIONES

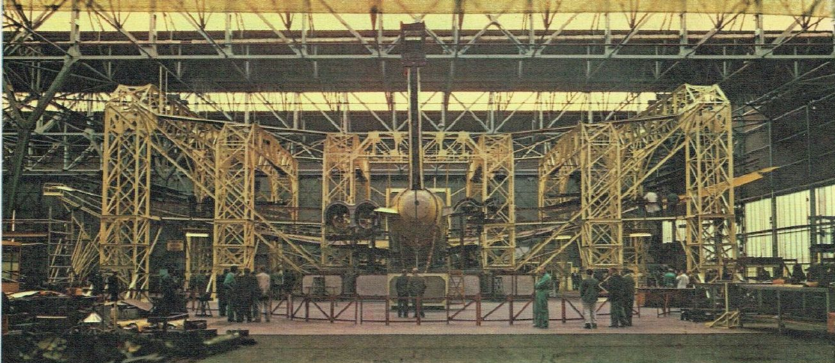
Proyectar y construir un avión capaz de competir con los de las principales líneas aéreas del mundo es una empresa gigantesca, Y dado que pueden transcurrir seis o siete años desde que los esquemas originales se preparan hasta el momento en que el primer avión se entrega a los usuarios, los proyectistas deben anticiparse a las necesidades de los clientes en varios años más.
Son muchos los equipos de especialistas que hay que comprometer en la proyección y construcción de un aparato capaz de trasportar a ciento cincuenta o más pasajeros a través del Atlántico o del Pacífico, sin escala, o a través de rutas más cortas, pero en cierto sentido más embarazosas, pues en ellas hay más frecuentes paradas y variaciones en la longitud de los trayectos, que en sí mismos presentan problemas.
Aunque cada equipo trabaje en distintas peculiaridades del proyecto y del funcionamiento del avión (por ejemplo: sistema del combustible y del motor, características aerodinámicas y de estructura, controles de vuelo, etc.), será necesario coordinar cuidadosamente sus esfuerzos para lograr un éxito completo.
En la primera etapa, hay que ponerse de acuerdo sobre la forma y dimensiones más importantes del avión deseado (longitud y diámetro del fuselaje, longitud y superficie de las alas, etc.), y decidir el número y tipo de los motores, así como su posición: en las alas o debajo de éstas, o unidos al fuselaje en la cola. Al tomar estas decisiones hay que tener en cuenta el número de pasajeros y peso de la carga a trasportar, el radio de acción que se pretende y el peso del carburante que hay que cargar para conseguir todo ello. La longitud del recorrido necesario para que el avión despegue puede ser también un factor de limitación.
Una vez elaborado el proyecto general, puede comenzarse la preparación de dibujos detallados de la estructura y de los sistemas de control. Dibujos que, en conjunto, pueden llegar a 50.000, antes de que el avión pueda volar.
Mientras se preparan los dibujos detallados, se realizan ensayos de la estabilidad aerodinámica del modelo propuesto, en túneles de viento, utilizando maquetas a gran escala. Estos ensayos pueden conducir a ligeras modificaciones de la superficie y de la forma de los planos de ala y de cola o de sus ángulos de incidencia o ataque para poder mejorar su rendimiento en el aire.
Para ayudar a hacer los dibujos detallados de los distintos dispositivos del avión. se construye una maqueta de tamaño natural de éste, lo que debe hacerse con cierta precisión, ya que servirá como "modelo tridimensional" para los planos. Así puede planearse la colocación de las líneas de conducción para el combustible y los sistemas hidráulicos, como el manojo de cables de los distintos dispositivos eléctricos. La maqueta puede también usarse como medio de propeganda y para familiarizar a los pilotos

En una primera etapa de la construccion, se monta una maqueta de madera que sirve de prototipo para la colocación y coordinación de los distintos sistemas del avión.



Sección del fuselaje en construcción. Nótese el espacio bajo el piso.





Una estructura completa sufriendo una prueba de carga. Ya antes de su primer vuelo, las múltiples partes de un avión han sufrido ensayos exhaustivos.

con los sistemas de control de vuelo. La colocación de los tableros de instrumentos es exacta y se instalan copias idénticas de los cuadrantes, aunque ninguno de los instrumentos funcione en esa etapa.

Al construir la maqueta, puede notarse la necesidad de realizar todavía algunas ligeras modificaciones, que se comunican a la oficina de proyectos. Mientras tanto, el trabajo puede proseguirse, construyéndose los apoyos en los que se montarán algunas de las partes grandes, y fabricando herramientas especiales adaptadas a las necesidades de producción de las partes más pequeñas.

Ahora puede empezar el trabajo de construcción del nuevo aeroplano según el proyecto. Hoy día, debido a la existencia de grandes aviones de línea, es normal construir las alas y el fuselaje en distintas secciones. Cada gran sección se construye en un taller separado o incluso, a veces, en una fábrica distinta. Naturalmente, todas estas partes deben ajustar perfectamente, lo que exige un alto grado de precisión por parte de los mecánicos. El que las secciones sean intercambiables entre modelos idénticos es un factor importantísimo.

La manera clásica de montar las distintas secciones de las alas y del fuselaje consistía en sujetar piezas de chapa fina de metal, ya cortadas anteriormente con la forma debida, sobre un esqueleto formado por costillas mantenidas por piezas longitudinales. Una empresa constructora de vanguardia ha creado recientemente un método para construir las secciones grandes, especialmente las alas. En vez de construirlas con planchas separadas y costillas, éstas y la plancha externa se forman en una sola pieza de lingote de aleación ligera, vaciando el metal entre las costillas hasta una profundidad dada, por medio de un tipo especial de máquina fresadora. A pesar de que este método de construcción es más caro que el primitivo (a causa de que se pierden más de las tres cuartas partes del lingote), las piezas resultantes no sólo son más fuertes desde el punto de vista estructural, sino también más ligeras que las construidas con remaches. Otra ventaja es que no hacen falta revestimientos aparte para los depósitos de combustible de las alas.

Al mismo tiempo que se van montando las piezas grandes, los motores, instrumentos, equipo de control y el acondicionamiento interior van llegando de distintas procedencias, para acelerar el montaje cuando las piezas se hayan juntado en el hangar de acabado. Para no perder tiempo, debe prepararse cuidadosamente el orden del montaje, ya que, a veces, un dispositivo no puede operar hasta que el otro no esté montado.

Entre los varios dispositivos que hay que instalar, están los controles de vuelo, que se manejan por sistemas hidráulicos. En un avión grande, los controles de vuelo generalmente disponen de servomotor y, por motivos de seguridad, los sistemas de control están duplicados, de forma que si uno falla, el segundo pueda actuar.

Además se instalan el sistema del combustible, los *flaps* y el sistema de aterrizaje, la iluminación, la presurización de la cabina y el acondicionamiento de aire, cuya electricidad la suministran generadores movidos por los motores.

Al proyectarse un avión, debe atenderse a la seguridad de los pasajeros y de la tripulación más que en cualquier otro medio de transporte. Por esta razón, no se da un certificado de aptitud para el vuelo a un avión de nuevo modelo hasta que no se han realizado vuelos de prueba muy completos, que pueden sumar más de 1 400 horas. Durante estas pruebas, se van produciendo averías intencionadas, de acuerdo con un programa establecido, para ver cómo se recupera de ellas el avión. A cada uno de los mandos dobles se les va haciendo fallar por turno, para demostrar que esta avería no tiene consecuencias graves.

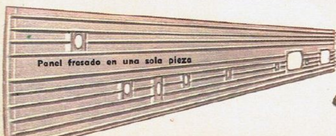
Para ahorrar tiempo y dinero, especialmente para evitar que se encuentre un defecto serio en el proyecto de una pieza o sistema, se verifican muchas pruebas mientras el avión está todavía siendo construido. Ya se ha mencionado la prueba del túnel de viento para ensayar sus características aerodinámicas.

Para estas pruebas, se construyen modelos especiales, que, naturalmente, no deben incluir las piezas que no se están ensayando. Por eso, en el aparato de prueba de los mandos y de los sistemas eléctricos, las distintas piezas y sus líneas de transmisión se montan sobre un modelo abierto, en la misma forma en que estarán en el avión prototipo. No solamente esto es menos costoso que esperar a hacer algunas pruebas en el avión acabado, sino que la estructura abierta facilita el acceso a las partes que están funcionando.

Entre otros ensayos, están los de la resistencia estática y dinámica de la estructura. En la cámara estratosférica, se ensaya, por imitación, el vuelo a gran altura, donde la temperatura y la presión son reducidas. En un montaje especial se estudia el flujo de combustible a los motores cuando el avión adopta distintas posiciones (despegue, giros y vuelo horizontal).

Otra parte vital es el tren de aterrizaje: ¿Será lo suficientemente fuerte para soportar los enormes esfuerzos cuando el avión toca tierra? ¿Se replegará después del despegue? Todos estos puntos deben ser comprobados. Ensayando algunas piezas hasta destruirlas, se reúnen datos importantes que sirven como guía para la construcción de dichos elementos. Antes de que el avión terminado vuele realmente, son necesarias más pruebas. Se revisan los mandos y el sistema radioeléctrico. Se ponen en marcha los motores para ver si los controles de vuelo y la radio siguen funcionando, y si existe algún efecto desafortunado como consecuencia de la vibración causada por los motores.

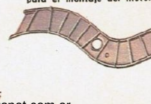
Finalmente, si todo funciona bien, el avión está a punto para despegar por primera vez. En esta etapa, los constructores desean saber si las pretensiones formuladas en el proyecto se han cumplido: ¿Volará el avión a la velocidad y distancia que se había calculado? ¿Subirá tan verticalmente como se planeó? ¿Cuánto combustible gastará? Todas estas preguntas pueden responderse ahora por medio de la experimentación directa. Cuando el avión está en vuelo, se repite una gran parte de las pruebas que ya se verificaron en tierra. El acondicionamiento de aire, la presión de la cabina, el flujo de combustible, los sistemas hidráulicos y eléctricos, todo esto se pone a prueba en el aire, y si todo va bien, se le concede el certificado de aptitud para el vuelo. Sólo entonces el avión puede entrar en servicio, trasportando pasajeros y carga.



Panel fresado en una sola pieza



Marco de ventana de la cubierta de vuelo



Pesada viga fresada, para el montaje del motor



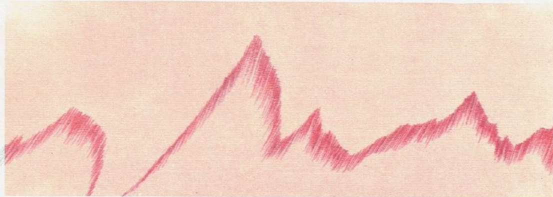
Panel fresado después de haberle dado la curvatura requerida

EL FONDO DEL OCÉANO



En los barcos oceanográficos, verdaderos laboratorios de investigación, el estudio del relieve submarino se verifica por medio de la sonda ecoica.

Durante muchos años se creyó que el fondo del mar era completamente plano y sin características importantes. En realidad, nada es menos cierto, pues difícilmente se pueden encontrar en tierra firme relieves capaces de competir con el fondo submarino, si no en variedad, al menos en grandiosidad. La mayor cadena de montañas del mundo es el pliegue centroatlántico, que está sumergido. Este sistema tiene forma de S, y, a través de unos 15.000 kilómetros, se extiende por el centro del Atlántico, desde Islandia hasta casi el círculo polar antártico. Sus picos y crestas se alzan miles de metros sobre el nivel del fondo del mar, emergiendo en la superficie en algunos sitios para formar islas, entre ellas, las Azores, Ascensión, las Rocas de San Pablo, y Bouvet. El pico más alto de esta cadena montañosa se levanta 5.000 metros sobre el nivel del fondo y 2.500 metros más sobre el nivel del mar para formar la isla del Pico, una de las del grupo de las Azores. Tampoco pueden las gargantas y valles de tierra firme compararse a las simas submarinas, como la sima Challenger, donde el fondo marítimo se hunde, bruscamente, en profundidades tenebrosas, de aproximadamente once kilómetros bajo el nivel del mar.

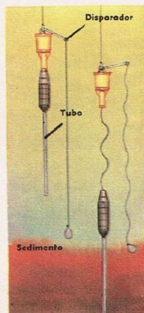


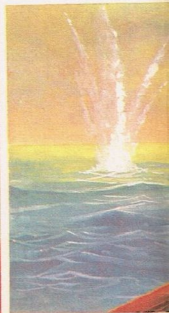
La sonda ecoica mide las profundidades marinas por el tiempo en que tarda en volver un sonido de alta frecuencia, o muy agudo, del fondo del mar. Un estilete registra gráficamente la profundidad sobre una banda de papel en movimiento, dando una imagen fiel del perfil del fondo submarino que desfila bajo la quilla del barco.

El interés por los fondos submarinos comenzó cuando los geólogos se dieron cuenta de que las formaciones de rocas sedimentarias que estudiaban en tierra firme habían tenido un pasado marino, y su depósito ocurrió bajo el mar, en muchos casos. A pesar de que los geólogos no participaron en la histórica aventura del *Challenger* (1872 a 1876), que realizó uno de los primeros viajes exploratorios submarinos, las muestras del fondo del mar recogidas durante esa exploración sirvieron para dar comienzo a la geología submarina en posteriores estudios. Los viajes del vapor americano *Albatross* (1888-1920) contribuyeron también notablemente al conocimiento de los fondos submarinos, especialmente de las aguas profundas del Pacífico oriental. Pocos años después de la primera guerra mundial, hubo un período de verdadera paralización de la exploración submarina, que tardó algún tiempo en romperse con la actividad de barcos oceanográficos alemanes, franceses, americanos y holandeses. La segunda guerra mundial trajo consigo una considerable expansión del estudio de los fondos oceánicos. Por esta época, se inició la fotografía de los fondos submarinos. Pero, sobre todo, lo que reavivó la atención y el interés en el estudio del relieve sumergido fue la aplicación de la sonda ecoica. Con este nuevo aparato, ya no fue necesario realizar difíciles descensos de sondas de medición directa formadas por cables con una plomada en su extremidad, que llevaban varias horas para un solo sondeo.

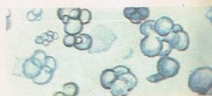
y fue posible la determinación de las profundidades de las mayores simas submarinas, sin detener siquiera la marcha del barco. El vapor alemán *Meteor* fue el primero en realizar un viaje de exploración con este procedimiento, entre las dos guerras mundiales. Actualmente, la aplicación de la televisión al estudio de los fondos sumergidos está cobrando un incremento enorme.

Para la obtención de los materiales que componen el fondo submarino, se usan sondas formadas por mandíbulas de cierre automático, a fin de recoger los sedimentos superficiales, y tubos que pueden hundirse en el fondo. Se ha llegado a utilizar tubos disparados con explosivos, que toman muestras a tres metros de profundidad bajo el nivel del fondo. El conocimiento de materiales más profundos se ha obtenido con la perforación de pozos petrolíferos en el mar.



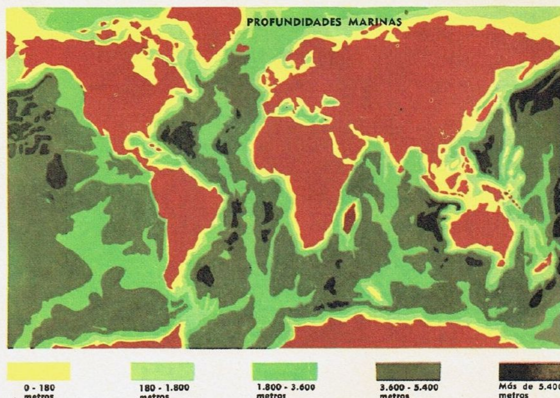


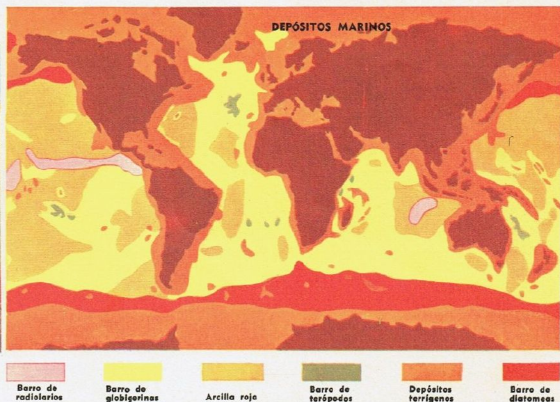
Recoger una muestra de un sedimento del fondo del mar es, por lo menos en teoría, una operación fácil. El instrumento empleado consiste en un tubo de acero de unos 7 centímetros de diámetro y 3 metros de largo que tiene un borde muy cortante en un extremo. Al tubo se sujeta un peso de plomo de unos 500 kilos. Se hace descender el tubo en agua con un mecanismo disparador, que cuelga unos metros debajo de él. Cuando el mecanismo disparador o gatillo toca el fondo, el tubo se suelta, pudiendo caer libremente, en la última parte de su descenso, y enterrarse en el sedimento. El tubo, con su contenido de sedimento,

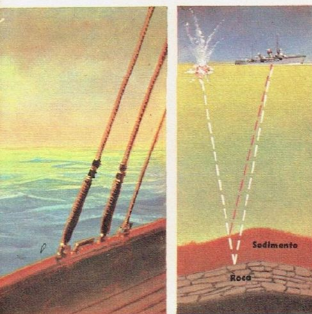


Los métodos de investigación geofísica usados en la geología de superficie tienen también su utilidad para el conocimiento de los materiales de los fondos submarinos. Se hace explotar una carga de explosivos, y, por medio de aparatos registradores de las vibraciones, situados a diversas distancias del lugar de la explosión, se pueden conocer las diferencias de transmisión de las vibraciones por los materiales que forman el fondo. La mayor dificultad está en colocar los instrumentos de registro de las vibraciones en el fondo del mar, en la posición adecuada.

Otra operación realizada con frecuencia para el estudio de los fondos submarinos es el dragado; este método ha producido grandes sorpresas, como el hallazgo de cantos rodados a grandes profundidades (varios miles de metros). El dragado permite una inspección más cómoda de grandes extensiones de terreno, que los sondeos superficiales.







que proporcionará una valiosa información, se iza a bordo, donde es examinado.
La profundidad de un sedimento que cubre la superficie del mar puede ser determinada haciendo explotar una carga de TNT cerca del barco. Alguna de las ondas de la explosión son reflejadas por la superficie del sedimento, pero otras pasan a su través y se reflejan en la roca sólida situada bajo él. El espesor del sedimento puede calcularse por la diferencia de tiempo entre las dos señales que vuelven al barco como eco, siendo recogidas por micrófonos muy sensibles, que se hallan sumergidos.

Globigerinas de un sedimento de barro, aumentadas 25 veces.

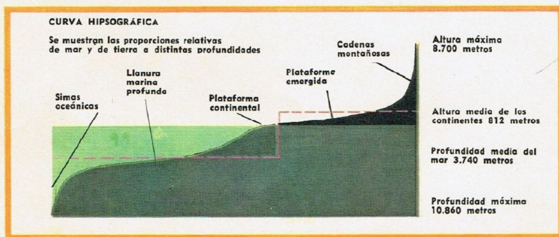


RELIEVE SUBMARINO

Dejando a un lado las numerosas cordilleras y montañas submarinas, el fondo del mar puede dividirse en cuatro regiones: la *plataforma continental*, el *declive continental*, las *llanuras marinas profundas* y las grandes *profundidades oceánicas*.

Las plataformas continentales son zonas poco profundas, de menos de 200 metros de profundidad, que rodean los continentes y que, en realidad, son partes sumergidas de éstos. Las grandes profundidades oceánicas nunca quedan desagotadas, ni los continentes se hunden para formar cuencas oceánicas, pues ambos son formaciones permanentes de la corteza terrestre. Pero los bordes de los continentes han cambiado mucho en el transcurso de la historia de la Tierra, y, por consiguiente, la extensión de las plataformas continentales ha cambiado también considerablemente. Actualmente constituyen el 7 % de los océanos, pero en épocas pasadas han tenido una

extensión mucho mayor. Las mayores plataformas continentales son las que existen a ambos lados del Atlántico Norte, donde hay grandes llanuras que bajan hacia el mar y se hunden suavemente en las olas. Las islas que emergen de estas plataformas poco profundas se llaman *continentales*, en contraposición con las islas *oceánicas*, que representan las cimas de las montañas que surgen de las profundidades del mar. La plataforma continental se hunde suavemente en la dirección del mar, a veces con una pendiente de 1 por 1.000, pero su borde en la parte del mar está limitado por pendientes muy abruptas (raramente, de menos de 1 por 50) que conducen a las llanuras oceánicas profundas. Éstas son zonas más o menos onduladas, generalmente de más de tres kilómetros de profundidad, y constituyen más de las tres cuartas partes del fondo marino. Las grandes profundidades o abismos oceánicos, son depresiones largas y estrechas, existentes en las llanuras oceánicas. Lo característico es que tienen una tendencia a presentarse cerca de los bordes de los continentes, en vez de en medio del océano, y, sobre todo, en la vecindad de cadenas montañosas, donde la tierra se hunde profundamente en el mar. Se ha sugerido que la formación de estas grandes trincheras tiene algo que ver con la de las montañas próximas. Así, la parte más profunda del Atlántico es la fosa de Puerto Rico, que está inmediatamente al norte de la isla del mismo nombre. Aquí, el fondo del mar se hunde, de forma abrupta, hasta 8.500 metros. De la misma forma, las grandes profundidades del Pacífico se encuentran al este del Japón (sima del Japón), al este de las islas Filipinas (fosa de Mindanao) y al este de las Islas Marianas (fosa de las Marianas). La última de estas depresiones es la más profunda del mundo, con 10.860 metros, por debajo del nivel del mar.



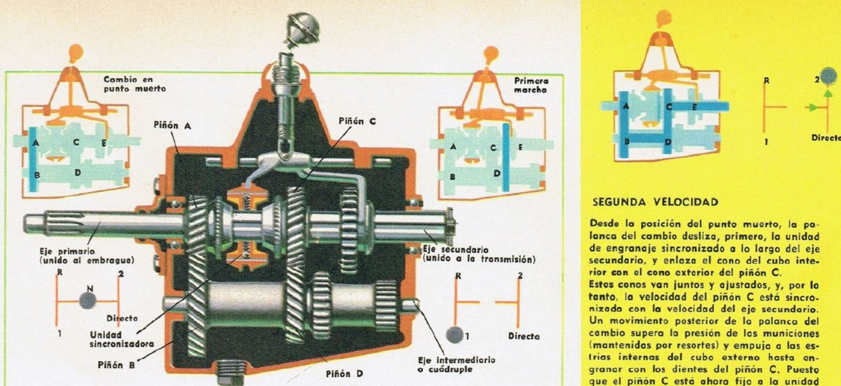
CUBIERTA DEL FONDO DEL MAR

La cubierta del fondo del mar se compone de *cieno, barros* y *arcillas*. El tipo del sedimento depende, en una gran medida, de la profundidad. La plataforma continental está cubierta por los residuos arrastrados de las superficies terrestres por los torrentes y los ríos. Este material *terrígeno*, es decir, que tiene su origen en la tierra firme, contribuye a extender las plataformas continentales mar adentro, formando, por ejemplo, grandes prolongaciones. Cerca de tierra, suele tener un color azul; pero, más adentro, este cieno fino suele ser pardo o verde, según las sustancias químicas que contenga.

Los depósitos o "barros" se forman por la sedimentación de esqueletos de organismos marinos microscópicos y se llaman depósitos *pelágicos* (o sea, de origen marino). Los esqueletos de estos pequeños seres están cayendo constantemente al fondo, pero tienen un tamaño tan pequeño, que los depósitos se forman con gran lentitud. Hay cuatro tipos principales de barros, que se han clasificado de acuerdo con el predominio de los organismos presentes. El barro de *terópodos* es un sedimento calcáreo (pues el esqueleto o caparazón de los terópodos está formado de carbonato cálcico), presentándose con mayor abundancia hacia los 170 metros. Por debajo de ese nivel, los esqueletos tienden a ser disueltos. Es más frecuente en la cordillera o pliegue centro-atlántico, pero, incluso aquí, en pequeñas cantidades. El barro de *globigerinas* es otro depósito calcáreo, pero tiene una distribución mucho más amplia que la del barro de terópodos. Está muy bien desarrollado hacia los 3.400 metros, cubriendo la mayor parte del Atlántico y gran parte del océano Índico y sur del océano Pacífico.

El barro de *radiolarios* es un sedimento silíceo. Dicho de otra forma, el caparazón de los radiolarios está compuesto de sílice. Como no se disuelven fácilmente, el barro de radiolarios se encuentra a profundidades considerables, pero solamente en aguas tropicales, que es donde viven estos seres. Las *diatomeas* viven en aguas más frías, y sus restos se encuentran en la amplia faja de barros que bordean la Antártida.

Una gran parte del océano es tan profunda que los esqueletos de todos esos seres se disuelven antes de alcanzar el fondo. En esas grandes profundidades el sedimento característico es la *arcilla roja*, que es una mezcla de polvo volcánico y cósmico, junto con extraños objetos, como los difícilmente solubles dientes de tiburón. El color rojo se debe al óxido férrico del polvo volcánico. Hay que tener en cuenta que ningún depósito es completamente puro, y que su clasificación se hace de acuerdo con su contenido dominante. Los restos de organismos marinos caen en la plataforma continental con la misma intensidad que en las partes más profundas del océano. Pero en la primera, son insignificantes si se comparan con los materiales acarreados por las corrientes y los ríos, de tal forma que la cantidad relativa de "barro" es despreciable, en comparación con las cantidades de cieno de origen continental. De igual forma, el polvo cósmico y el volcánico caen sobre todas las partes del océano, pero la cantidad total es tan pequeña, que la arcilla roja se forma solamente donde no se acumula ninguna otra cosa. Tampoco son muy claros los límites entre esos distintos sedimentos. Por ejemplo, hay una transición gradual entre la verdadera arcilla roja y el verdadero barro de radiolarios, y es un problema decidir cuándo la arcilla roja con radiolarios se convierte en radiolarios con arcilla roja.



CAJA DE CAMBIOS TIPICA CON TRES VELOCIDADES EN ENGRANAJE SINCRONIZADO

Tiene un eje primario, un eje intermediario o cuádruple y un eje secundario, parecidos a los de la caja de cambios de engranajes deslizantes, descrito en un artículo anterior. Sin embargo, en el cambio de marchas sincronizado sólo el piñón E puede deslizarse para engranar o no; los dos pares de piñones C y D, así como los A y B, están constantemente engranados. El piñón C en el eje secundario no está estriado y puede rotar sobre el eje secundario. El piñón A va fijo al eje primario. Todas las ruedas dentadas que se muestran, tienen dientes helicoidales, porque este tipo de engranajes funciona más silenciosamente y puede soportar cargas mayores.

ENGRANAJE DE ACOPLE SINCRONIZADO

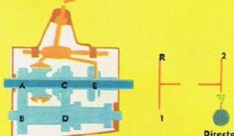
La caja de cambios de un vehículo de motor tiene como objeto permitir que el conductor acople la velocidad de las ruedas a la del motor, de tal forma que éste no sufra indebidamente. La relación de engrane se ha de cambiar a medida que se modifiquen las condiciones en la carretera, y esto lleva consigo el engranar ruedas dentadas mientras están girando. En un artículo anterior se ha descrito el cambio de *engranajes deslizantes* o *cambio "crash"*. En este sistema sólo se consigue un cambio de marcha silencioso y suave en el caso de que las dos ruedas dentadas giren a la misma velocidad. En la práctica, esto requiere una pericia considerable. En los vehículos modernos de motor, la caja de cambios con *engranaje sincronizado* es la que más se usa. Este sistema se encarga de hacer que las dos ruedas dentadas que se han de engranar estén automáticamente sincronizadas, con lo cual se consigue que los cambios de marcha se hagan con facilidad y sin ruido.

Casi todos los automóviles tienen unidades de engranaje sincronizado en todas las marchas, excepto para primera y marcha atrás, pero algunos están sincronizados en todas las marchas hacia adelante.

SEGUNDA VELOCIDAD

Desde la posición del punto muerto, la palanca del cambio desliza, primero, la unidad de engranaje sincronizado a lo largo del eje secundario, y enlaza el cono del cubo interior con el cono exterior del piñón C.

Estos conos van juntos y ajustados, y, por lo tanto, la velocidad del piñón C está sincronizada con la velocidad del eje secundario. Un movimiento posterior de la palanca del cambio supera la presión de las municiones (mantenidas por resortes) y empuja a las estrías internas del cubo externo hasta engranar con los dientes del piñón C. Puesto que el piñón C está ahora fijo a la unidad de engranaje sincronizado, el movimiento del motor pasará, a través de A y B, al eje intermediario o cuádruple, del piñón D al C (a través de los cubos interior y exterior de la unidad de engranaje sincronizado) sobre el eje secundario, y de aquí a las ruedas del coche.

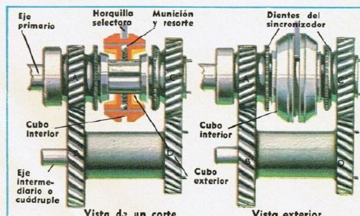


DIRECTA (O TERCERA VELOCIDAD)

El engranaje en esta velocidad es parecido al de la segunda.

La palanca del cambio fuerza el cono del cubo interior a ponerse en contacto con el cono exterior del piñón A; esto sincroniza las velocidades del eje primario, que está fijo al piñón A, y del eje secundario. Las estrías del cubo exterior están obligadas a engranar con los dientes del piñón A y de este modo fijan la unidad de engranaje sincronizado al piñón A. El eje primario y el secundario están ahora unidos y giran como un solo eje en la "marcha directa".

La marcha atrás se efectúa de un modo similar a como se hace en una caja de cambio deslizante.



UNIDAD DE ENGRANAJE SINCRONIZADO

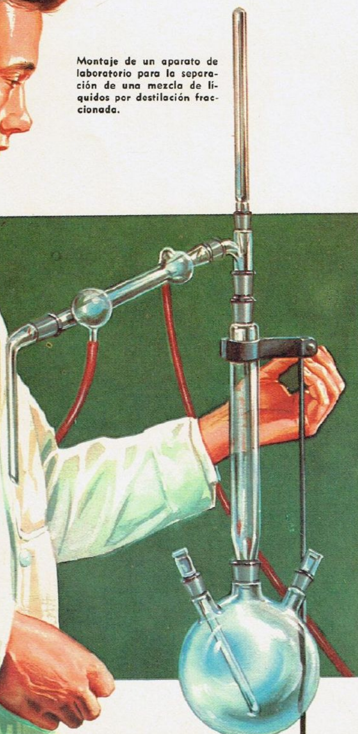
Para comprender mejor el funcionamiento de la caja de cambios, sólo se muestra una unidad de engranaje sincronizado que funciona únicamente para las velocidades segunda y directa o tercera.

En la unidad de engranaje sincronizado hay un cubo exterior de acero con estrías internas. El exterior de este cubo tiene una forma especial para recibir la horquilla del selector. Un cubo interior, con estrías interiores y exteriores, va montado sobre el eje secundario (también estriado) y puede deslizarse libremente a lo largo del mismo. Así, pues, toda la unidad gira con el eje secundario. Este cubo interior tiene, en sus extremos, dos conos internos recubiertos con anillos de bronce fosforoso. Los dos cubos se mantienen juntos, por medio de municiones presionadas por resortes que van colocados en el cubo interior de manera que las municiones aprietan contra una ranura que hay alrededor del centro del orificio del cubo exterior. El cubo exterior se puede deslizar sobre el interno cuando se aplica fuerza suficiente para hundir las municiones contra los resortes, por medio de la horquilla selectora y la palanca de cambio.

Los piñones A y C llevan filas de dientes exteriores, y más hacia fuera hay un cono.



DESTILACIÓN FRACCIONADA



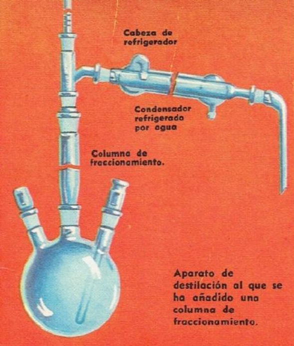
Montaje de un aparato de laboratorio para la separación de una mezcla de líquidos por destilación fraccionada.

La destilación es uno de los más sencillos y satisfactorios métodos de purificación de un líquido. Consiste, en esencia, en hacer hervir un líquido contenido inicialmente en un matraz, y condensar, por medio de un refrigerante, los vapores que se producen. El líquido condensado es un producto más puro que el inicial, ya que en el matraz quedan las impurezas sólidas siempre que, como ocurre generalmente, sus puntos de ebullición sean más altos que los del líquido que se destila.

Los aparatos de destilación más sencillos utilizados en el laboratorio están constituidos por un matraz, un refrigerante y un colector. Este aparato tan simple presenta, sin embargo, una gran desventaja, que consiste en la incapacidad de separar dos líquidos cuyos puntos de ebullición estén relativamente próximos.

Un líquido empieza a evaporarse antes de que alcance su punto de ebullición. Por otra parte, si tenemos dos líquidos mezclados, A y B, de puntos de ebullición, 126° C y 98° C respectivamente, los vapores de éste, que por tener un punto de ebullición más bajo destila antes que el primero, arrastran siempre algo del compuesto más fijo, en forma de finas gotitas. Este efecto puede reducirse bastante, calentando con suavidad.

De todas formas, con este elemental aparato de destilación se consigue ya una sustancial separación de ambos líquidos. Las muestras que se recogen al principio son más ricas en el líquido B, ya que es el compuesto más *volátil* de la mezcla original. Se dice que un líquido es más *volátil* que otro, cuando su punto de ebullición es más bajo, o, dicho de otro modo, cuando se evapora a temperaturas más bajas. Mientras el compuesto B está destilando, la temperatura de los vapores que dejan el matraz permanece constante a unos 98° C, y el producto que se recoge está formado fundamentalmente por dicho compuesto. Cuando ya se ha recogido la



Aparato de destilación al que se ha añadido una columna de fraccionamiento.

mayor parte del compuesto B, la temperatura del termómetro situado a la entrada del refrigerante se eleva rápidamente hasta unos 126° C, destilando entonces el grueso de A acompañado de los vestigios restantes del compuesto más volátil.

Introduciendo entre el matraz y el refrigerante una columna de fraccionamiento, puede conseguirse una separación mucho más completa de la mezcla original. En esta columna, se continúa el proceso de separación iniciado en el matraz. Mientras que en el aparato de destilación básico los vapores fluyen directamente del matraz al refrigerante, en este otro caso, una gran parte del componente menos volátil se condensa sobre las paredes de la columna de fraccionamiento y va deslizándose, poco a poco, hasta volver a caer, de nuevo, en el matraz.

Los vapores que se desprenden son más ricos en el compuesto más volátil que la mezcla original. La columna de fraccionamiento mejora favorablemente esta relación, en el sentido de que la separación de ambos compuestos es mucho más eficaz. Los vapores ascendentes se encuentran con un flujo de líquido que se desliza hacia abajo, compuesto fundamentalmente por el componente menos volátil.

Como al sistema se le proporciona calor al pie de la columna (en el matraz) y se le quita calor en su parte superior (a la entrada del refrigerante), los vapores ascendentes sufren una gradual reducción de la temperatura. Por tanto, el compuesto menos volátil tenderá a condensarse a medida que asciende por la columna, por ir encontrando gradualmente zonas más frías. Del mismo modo, la presencia del líquido ya frío, fluyendo hacia abajo, inducirá a que condense sobre él la parte correspondiente al compuesto menos volátil de las nuevas porciones de vapores procedentes del matraz de destilación. Estas nuevas porciones, que acaban de dejar el matraz y están, por lo tanto, calientes, tenderán a evaporar de nuevo el componente volátil que eventualmente se haya condensado y que forma parte del líquido que fluye hacia el matraz.

Para que estos procesos de condensación y reevaporación se lleven a cabo eficientemente, es esencial que ambas fases (líquido y vapor) se pongan en íntimo contacto, en sus recorridos ascendente y descendente. Para asegurar esto, es necesario aumentar, tanto como sea posible, la superficie del líquido, ya que sólo ahí tienen lugar los intercambios líquido-vapor.

Existen varios métodos, tanto en aparatos de laboratorio como en columnas industriales, para lograr hacer mayor la superficie de contacto. En algunas columnas de laboratorio, la superficie del vidrio que la forma no es lisa, sino que presenta entrantes y salientes con objeto de aumentar su superficie. Otra técnica utilizada, tanto en el laboratorio como en la industria, consiste en rellenar la columna con pequeños cilindros huecos de material poroso o pequeñas espirales metálicas.

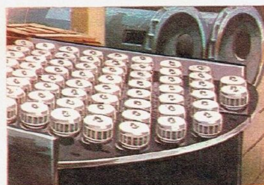
En la industria, se utiliza principalmente una columna en la que existe, a intervalos regulares, un cierto número de discos cóncavos, en los que el líquido descendente va depositándose, mientras los vapores ascendentes burbujean a su través, asegurando con ello un excelente contacto entre ambas fases.

Las columnas de destilación funcionan, por lo general, en régimen continuo, ya que así se obtienen destilados de composición relativamente constante. La mezcla inicial, que ha sido calentada previamente, se introduce en uno de los discos cóncavos de la parte superior de la columna. El refrigerante, situado en la cabeza, obliga a que se condensen todos los vapores que alcanzan la parte más alta de la columna. Una fracción del líquido condensado es recogida, mientras que lo restante se devuelve a la columna.

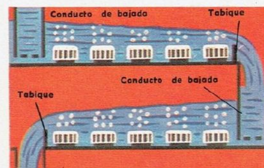
Del mismo modo, también se recoge parte del líquido que llega a la base de la columna, mientras que lo demás se vuelve a evaporar y se hace entrar, de nuevo, por su parte inferior. El líquido de esta zona contiene sólo pequeñas cantidades del componente más volátil.

Para que la columna no se inunde ni tampoco quede seca, es muy importante que el volumen total de líquido recogido sea igual al volumen del líquido de entrada.

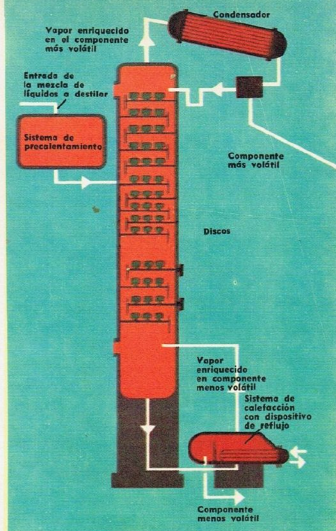
Las columnas de destilación son extensamente utilizadas en la purificación de líquidos orgánicos, en las refinerías de petróleo y en la fabricación de whisky, coñac y otras bebidas similares. En las refinerías de petróleo, las diversas fracciones se recogen en colectores conectados a distinta altura de la columna.



Disco de una columna de destilación industrial, mostrando las cabezas por las que salen las burbujas del vapor ascendente.



Sección de discos de una columna de destilación, mostrando cómo el vapor ascendente burbujea a través del líquido.



Unidad industrial de fraccionamiento, que incluye: precalentador, columna de discos, refrigerante y sistema de calefacción con dispositivo de reflujo.



CABLES SUBMARINOS

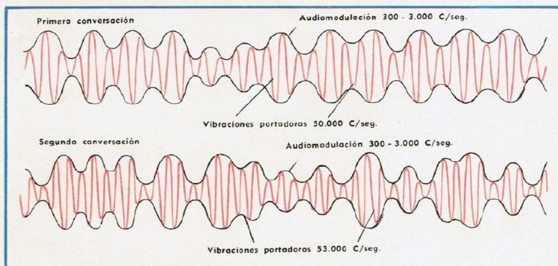
La comunicación telefónica es posible a causa de que las variaciones de intensidad y de tono producidas al hablar se convierten en corrientes eléctricas, por medio de un micrófono colocado en el aparato telefónico. En el teléfono que recibe el sonido, las corrientes eléctricas vuelven a producir variaciones sonoras, a causa de las vibraciones del diafragma, colocado en el auricular del teléfono. Por lo tanto, los dos alambres que conducen las corrientes eléctricas entre los aparatos telefónicos deben aislarse uno de otro y de tierra. Sin embargo, a causa de la humedad del aire que existe entre los cables, la suciedad y el polvo presentes en los aisladores de los postes telefónicos, y las imperfecciones en el aislamiento de los cables y otros mecanismos, se va perdiendo corriente, a medida que crece la distancia entre los dos aparatos telefónicos. En tierra firme, esta pérdida de la *fuerza de la señal* se repara intercalando amplificadores electrónicos o *repetidores*, a intervalos próximos en la línea. Estos repetidores amplifican las señales y evitan que se amortigüen cuando las distancias son grandes. De esta forma, son posibles comunicaciones telefónicas a miles de kilómetros de distancia. Los repetidores reciben energía eléctrica en las distintas localidades, y son accesibles para su mantenimiento y reparación.

Hasta hace poco, no era posible establecer sistemas parecidos en líneas que tuviesen más de unos pocos miles de kilómetros de cable submarino, a causa de la dificultad de suministrar y mantener repetidores apropiados. La producción de cables submarinos que pierden cantidades muy pequeñas de la señal (cables de "baja pérdida"), y sobre todo la producción de repetidores sumergidos de vida muy larga (20 años o más), ha cambiado completamente la situación.

Además de hacer posible la trasmisión a lo largo de distancias muy grandes, las técnicas modernas permiten que un cable pueda trasmitir varias conversaciones simultáneas. Esto es factible, trasmitiéndolas por distintos *canales* de frecuencia. En la práctica, pueden trasmitirse 75 conversaciones conjuntamente por un solo cable.

Con el sistema telefónico normal, es posible trasmitir y recibir por cualquier extremo del mismo par de líneas, pero no lo es en un sistema de cable submarino, a causa de la dificultad de cambiar de "trasmitir" a "recibir" cuando hay que invertir la dirección de la trasmisión. De esta forma, para comunicaciones con doble vía, es preciso tener dos canales para cada par de usuarios. Los sistemas antiguos usaban dos cables separados, pero los sistemas modernos usan uno solo. Una señal viaja en una dirección, trasmitida a una frecuencia, y la otra, en dirección opuesta, con una frecuencia distinta.

Hemos hablado de la calidad y eficiencia de los repetidores. La razón de ello es, por supuesto, puramente económica.



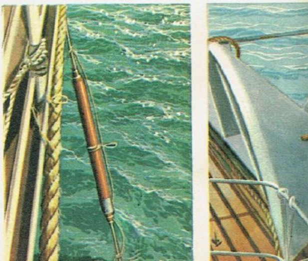
El tono de una nota musical pura es la frecuencia en la cual el instrumento musical hace vibrar el aire. El lenguaje humano consiste en una combinación complicada de notas de frecuencia diferente, que cubren un margen de valores. Para poder trasmitir una conversación por un cable, es necesario trasmitir señales cuya frecuencia varía en el margen de audio entre 300 ciclos por segundo y 3.000 ciclos por segundo. Los cables y los repetidores pueden trasmitir señales eléctricas de frecuencias hasta 600.000 ciclos por segundo; de esta forma, es posible trasmitir 200 señales de audio, cada una con una amplitud de banda de 3.000 ciclos por segundo y cada una en su propio "canal" en esa anchura de banda general de trasporte. La primera banda sería de 0 a 3.000, la segunda de 3.000 a 6.000, y así sucesivamente. Sin embargo, en la práctica, no es posible usar los primeros 50.000 ciclos por segundo, a causa de la forma en que están construidos los trasmisores y los repetidores. Por tanto, el margen útil es de 50.000 a 600.000 ciclos por segundo.

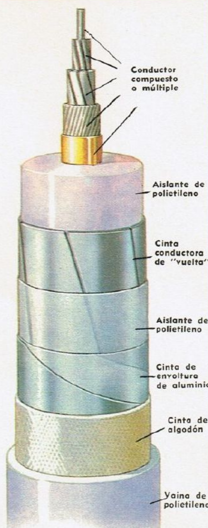
Cada conversación se trasmite, entonces en una "frecuencia portadora" determinada (siendo la más baja de 50.000 ciclos por segundo, y la más alta de 600.000), estas vibraciones se "modulan" con la señal de audio.

Esto quiere decir que puede trasmitirse una conversación en una frecuencia de, por ejemplo, 50.000 C/seg., variando la "amplitud" de esas oscilaciones con el tiempo, para conseguir la modulación de audio que representa el lenguaje.

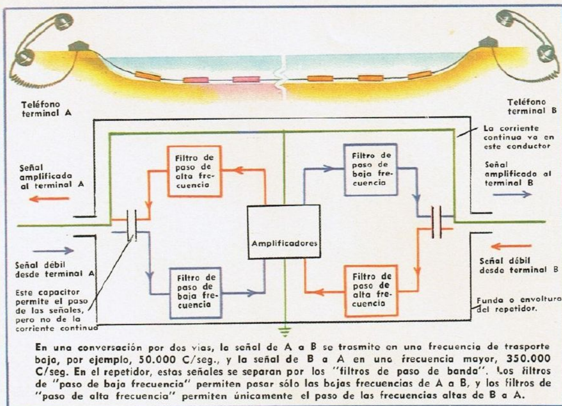
Otra conversación se trasmitiría a 53.000 ciclos por segundo, modulando la señal de trasporte por la modificación de su amplitud con la modulación de audio.

Lanzamiento de un repetidor.





Cable trasatlántico liviano, abierto para mostrar las partes que lo componen. El conductor compuesto central lleva al mismo tiempo la corriente continua necesaria para los amplificadores y la señal. La "vuelta" se lleva a cabo por medio de las cintas conductoras de aluminio.

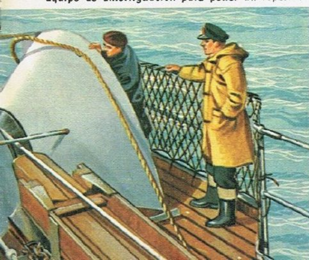


En una conversación por dos vías, la señal de A a B se trasmite en una frecuencia de trasporte baja, por ejemplo, 50.000 C/seg., y la señal de B a A en una frecuencia mayor, 350.000 C/seg. En el repetidor, estas señales se separan por los "filtros de paso de banda". Los filtros de "paso de baja frecuencia" permiten pasar sólo las bajas frecuencias de A a B, y los filtros de "paso de alta frecuencia" permiten únicamente el paso de las frecuencias altas de B a A.

Cada repetidor contiene dos amplificadores electrónicos idénticos de tres válvulas y están fabricados con materiales que se han seleccionado cuidadosamente para su mayor duración. Cada amplificador es capaz de bastar por sí solo a todo el tráfico de la línea, de manera que no ocurra interrupción en el servicio si el otro se avería. Los amplificadores funcionan en ambas direcciones. Las señales que pasan en una dirección se trasmiten todas a frecuencias inferiores a 300.000 ciclos por segundo, y las que pasan en la dirección opuesta se trasmiten a frecuencias superiores a 350.000 ciclos por segundo. Para tener la seguridad de que las señales de una frecuencia dada pasan en la dirección correcta, se incluyen en los repetidores "filtros de paso de banda". Así, las señales de la estación A a la B entran por un "filtro de paso de baja frecuencia" en los amplificadores y vuelven a salir al cable por un nuevo filtro de baja frecuencia hacia la estación B. Los filtros de paso de baja frecuencia son redes eléctricas que solamente permiten fluir a través de ellas corrientes de frecuencias inferiores a 300.000 ciclos por segundo; las frecuencias más altas (de A a B) son rechazadas. Las señales de la estación B a la A pasan a través de un "filtro de paso de alta frecuencia" a los amplificadores, y salen a través de otro filtro de paso de alta frecuencia al cable, y así sucesivamente hasta la estación terminal A.
La energía se manda en forma de corriente continua a los amplificadores, desde ambas estaciones terminales.

La avería de un repetidor debida a la falla de una de sus partes, que en sí misma cuesta muy poco dinero, implicaría un gasto enorme, por no citar más que el costo de enviar un barco especial para localizar el deterioro y reemplazar el repetidor defectuoso. Para disminuir el riesgo de una interrupción completa del servicio, cada repetidor lleva consigo dos amplificadores idénticos, cada uno de los cuales es capaz de realizar todas las trasmisiones, sin que la calidad de ellas se resienta de forma notable. Si falla un amplificador, esto se nota inmediatamente en la estación terminal de control, y se envía un barco a la posición del repetidor averiado. De esta forma, se efectúa el cambio, antes de que el segundo amplificador pueda averiarse.

Equipo de amortiguación para poner un repetidor.



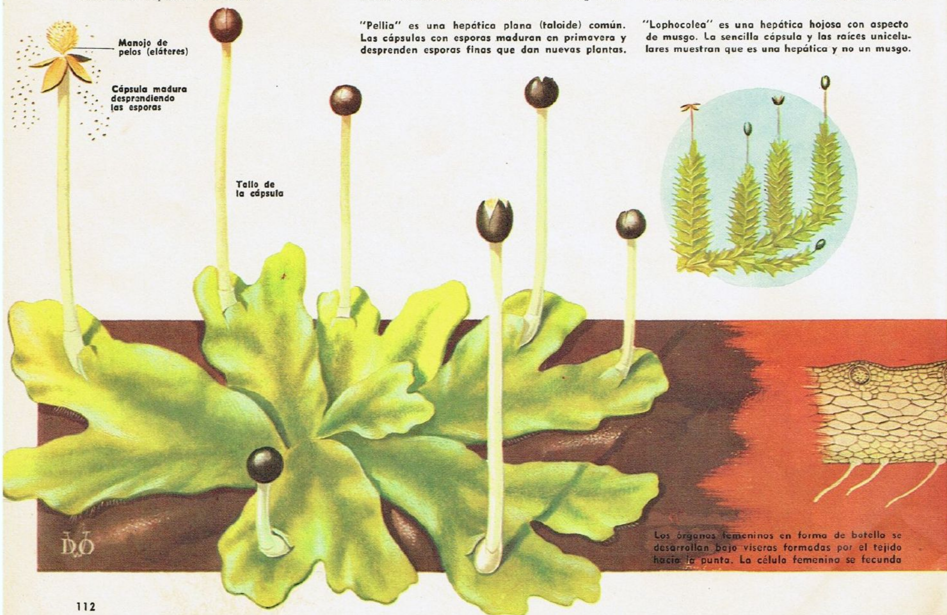
La colocación inicial del cable y de los repetidores es un oficio o técnica extremadamente especializada y solamente hay unos pocos barcos equipados a propósito para ese fin. Se ha de poner gran cuidado en soltar el cable a un ritmo y tensión constantes, de tal forma que no quede ni demasiado flojo ni demasiado tirante. La colocación del cable se hace avanzando el barco a una velocidad de 5 nudos. Las unidades repetidoras tienen que pasar por el mecanismo de tensión del cable, y el barco debe reducir su velocidad a nudo y medio, cuando el repetidor desciende al agua. Cada repetidor pesa, aproximadamente, media tonelada, tiene unos tres metros de largo y unos 30 centímetros de diámetro. La velocidad con que desciende en el agua se controla por medio de un equipo amortiguador, a fin de que no le ocurra ningún daño interno, por choque o vibración, al posarse finalmente, en el fondo del mar. Los repetidores se colocan cada 26 millas marinas (algo menos de 50 kilómetros) cuando son livianos, utilizando cable de baja pérdida. Esto se hace, generalmente, a profundidades mayores de un kilómetro. En aguas menos profundas, donde son mayores los riesgos de desperfectos por redes de arrastre, anclas e icebergs de mucho calado, se usa cable blindado. Este cable da lugar a mayores pérdidas de señal, de forma que los repetidores deben colocarse cada 18 millas marinas. Para cada 1.000 millas de cable, hacen falta de 40 a 50 repetidores. Un barco especializado moderno puede colocar cerca de 1.000 millas marinas de cable en un viaje, y esto supone trabajar día y noche.

MUSGOS Y PLANTAS AFINES

Los musgos y las hepáticas, tan comunes en los lugares húmedos y sombríos, pertenecen al grupo de plantas llamadas *briófitas*. Estas plantas no tienen gran valor comercial, pero son interesantes científicamente, a causa de que sus caracteres son intermedios entre los de las algas y los de las plantas superiores como los helechos. Es probable que las primeras plantas terrestres fuesen parecidas a las hepáticas actuales.

HEPÁTICAS

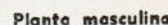
Pellia epiphylla es una de las plantas de este grupo más sencillas y mejor conocidas. La planta es plana, de aspecto foliáceo, y crece pegada al suelo.
Esta hepática es muy común en los lugares húmedos y en la orilla de los ríos, pudiendo cultivarse fácilmente en casa sobre tierra húmeda. Las células del cuerpo son todas semejantes, excepto algunas centrales que son más alargadas y sirven para la conducción de agua a través de la planta. No hay tejidos especializados tales como los que se encuentran en las plantas superiores. La mayoría de las células contienen clorofila, que da a la planta la posibilidad de fabricar sus propios alimentos a partir del anhídrido carbónico y del agua. Esta última es absorbida por la parte inferior de la planta, que



"Pellia" es una hepática plana (taloide) común. Las cápsulas con esporas maduran en primavera y desprenden esporas finas que dan nuevas plantas.

"Lophocolea" es una hepática hojosa con aspecto de musgo. La sencilla cápsula y las raíces unicelulares muestran que es una hepática y no un musgo.

Los órganos femeninos en forma de botella se desarrollan bajo viseras formadas por el tejido hacia la punta. La célula femenina se fecunda



está provista de numerosas "raíces" (rizoides) unicelulares. Esta hepática cubre una enorme extensión de terreno debido a su ramificación.
Cada célula tiene solamente una guarnición

"Marchantia" es una hepática plana algo especial. Los órganos masculinos y femeninos se producen en plantas separadas. Están sobre formaciones provistas de taloide y se levantan por encima del resto de la planta. Las células masculinas nadan en la película de agua y alcanzan los órganos femeninos en forma de botella. Las cápsulas de esporas se desarrollan en la parte inferior de la "sombrilla", teniendo un tallo muy pequeño.

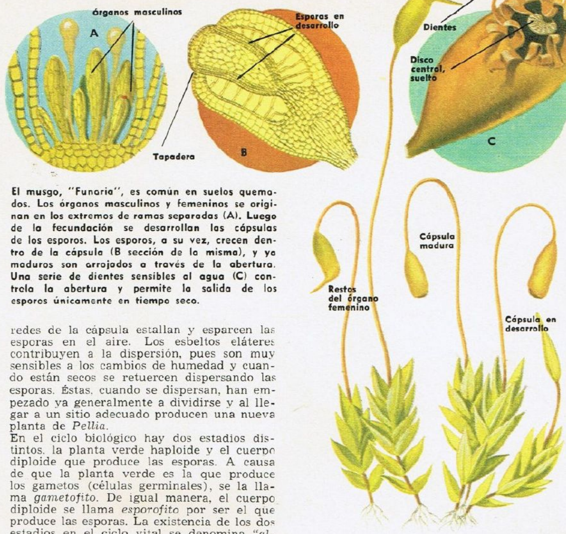
ESPORA	Corpúsculo unicelular producido asexualmente por la generación diploide después de la miosis.
DIPLOIDE	Que tiene dos guarniciones cromosómicas en el núcleo.
HAPLOIDE	Que tiene una guarnición de cromosomas en el núcleo.
MIOSIS	División de un núcleo diploide en cuatro núcleos haploides.
ESPOROFITO	Generación que lleva las esporas.
GAMETOFITO	Generación que lleva los gametos (células sexuales). Es, de hecho, la planta de musgo o de hepática.
ELÁTERES	Células delgadas que contribuyen a la dispersión de las esporas.

de cromosomas en el núcleo. Por lo tanto, se trata de una planta *haploide*. Los órganos masculinos se desarrollan en primavera en cavidades de la superficie superior, produciendo cierta cantidad de células germinales flageladas (gametos). Los órganos femeninos nacen en grupos, cubiertos por un tejido plano hacia la extremidad de las ramificaciones. Cada órgano femenino tiene forma de botella y contiene una célula femenina, así como otro cierto número de células en la región del cuello. El cuello está, al principio, cerrado por una tapadera. Cuando la célula femenina u óvulo está madura y hay mucha humedad, las células del cuello se deshacen formando una jalea y absorben agua, forzando a la tapadera a que se abra. Las células masculinas nadan libremente en la película de agua existente sobre la planta y son atraídas químicamente por la jalea del órgano femenino. Una célula masculina se funde con la célula femenina y forma un embrión *diploide* (es decir, un organismo con dos guarniciones cromosómicas). En el embrión hay pronto tres regiones visibles: el pie, que está embebido en la base del órgano femenino, la *cápsula* y un corto *tallo* que existe entre ambos. El conjunto está rodeado por la base dilatada del órgano femenino. Dentro de la cápsula se desarrollan numerosas células individuales. Algunas de ellas son largas y esbeltas y se llaman *eláteres*. Otras experimentan una división miótica y producen esporas *haploides* con sólo una guarnición de cromosomas. Las esporas maduran gradualmente, nutridas por los eláteres. Hasta principios del año siguiente no aparecen las cápsulas de debajo de los colgajos o viseras de tejido plano. Generalmente, sólo se forma una cápsula en cada grupo de órganos femeninos. En la primavera del año siguiente al de la fecundación, el tallo crece rápidamente y expone al aire la cápsula negra. Las pa-



por células masculinas, desprendidas de los órganos masculinos que hay en la superficie de la planta.

Después de la fecundación, los órganos femeninos se hinchan y el embrión en su interior produce la cápsula de las esporas con su tallo y su pie. Esta generación del "esporofito" madura al cabo de un año.



El musgo, "Funaria", es común en suelos quemados. Los órganos masculinos y femeninos se originan en los extremos de ramas separadas (A). Luego de la fecundación se desarrollan las cápsulas de los esporos. Los esporos, a su vez, crecen dentro de la cápsula (B sección de la misma), y ya maduros son arrojados a través de la abertura. Una serie de dientes sensibles al agua (C) controla la abertura y permite la salida de los esporos únicamente en tiempo seco.

redes de la cápsula estallan y esparcen las esporas en el aire. Los esbeltos eláteres contribuyen a la dispersión, pues son muy sensibles a los cambios de humedad y cuando están secos se retuercen dispersando las esporas. Éstas, cuando se dispersan, han empezado ya generalmente a dividirse y al llegar a un sitio adecuado producen una nueva planta de *Pellia*.

En el ciclo biológico hay dos estadios distintos, la planta verde haploide y el cuerpo diploide que produce las esporas. A causa de que la planta verde es la que produce los gametos (células germinales), se la llama *gametofito*. De igual manera, el cuerpo diploide se llama *esporofito* por ser el que produce las esporas. La existencia de los dos estadios en el ciclo vital se denomina *"alternancia de generaciones"*. En *Pellia* el esporofito vive como un parásito en la planta gametofítica, absorbiendo los alimentos a través del pie. La alternancia de generaciones puede verse en todas las plantas superiores, a pesar de que el gametofito es muy pequeño.

Hay muchas variaciones en los caracteres descritos para *Pellia*. Mucha especies se reproducen por yemas separables (*gémulas*) que se desarrollan en cavidades de la planta en forma de copa. Este tipo de reproducción es una multiplicación vegetativa. Las yemas se dispersan probablemente por salpicaduras de agua y crecen dando directamente una nueva planta. La hepática *Marchantia* produce sus órganos sexuales en formaciones provistas de un pedúnculo y que están situadas sobre la planta. Los órganos femeninos y masculinos se presentan en plantas diferentes. La mayoría de las hepáticas, sin embargo, tienen apariencia de musgo, poseyendo tallo y hojas. Se clasifican, sin embargo, como hepáticas a causa de que la cápsula contiene las células largas o eláteres y solamente aparece por poco tiempo.

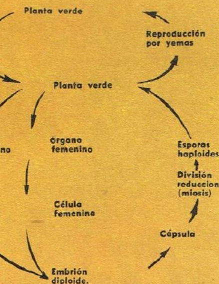
MUSGOS

Estas plantas tienen un área de habitación mucho mayor que las hepáticas, y pueden encontrarse hasta en los sitios más secos. Su ciclo biológico es similar al de *Pellia*, y presenta una marcada alternancia de generaciones. *Funaria* es un musgo típico, que frecuentemente se encuentra en suelos quemados. La planta es el estadio haploide y lleva los órganos sexuales. Hay hojas y tallos distintos, siendo el espesor de las primeras de sólo una célula, excepto en el centro. Contienen numerosos cloroplastos para llevar a cabo la producción de alimentos por medio de la fotosíntesis. La parte exterior del tallo es también verde. En el centro del tallo hay células largas que sirven para la conducción de agua. De la parte basal del tallo, nacen un cierto número de "raices" (rizoides) pluricelulares. Éstas fijan la planta al suelo y absorben el agua y las sales.

Los órganos sexuales se originan en las puntas del tallo y de las ramas, estando rodeados de hojas. Los órganos masculinos tienen forma de maza, mientras que los femeninos son de nuevo en forma de botella. Las células masculinas se liberan en condiciones de gran humedad y fertilizan los óvulos como en *Pellia*. Los embriones resultantes dan lugar a órganos portadores de esporas. La parte inferior del embrión —el *pie*— está hundido en el tejido del musgo, mientras que la parte superior crece. Pronto aparece una hinchazón en el extremo, desarrollándose para formar la cámara de las esporas o *cápsula*. Ésta es verde y capaz de llevar a cabo la fotosíntesis. Necesita solamente agua y sales de la planta haploide, siendo por lo tanto más independiente que el esporofito de las hepáticas. En el verano se pueden encontrar cápsulas en todos los estadios del desarrollo.

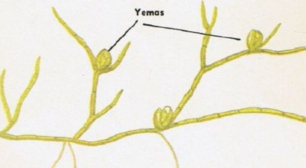
La cápsula es mucho más complicada que la de las hepáticas. Hay una columna central de células que está rodeada por el tejido esporígeno. Por fuera de éste existe otra capa de células y luego un espacio bastante aparente. Rodeando el exterior hay una *epidermis* gruesa. La punta está cubierta por una pequeña tapadera. Las esporas se desarrollan después de la miosis, por lo que solamente tienen una guarnición de cromosomas. Cuando están maduras son de color verde oscuro. Al llegar a su madurez las esporas, las células de la cápsula se arrugan y la tapadera cae, dejando al descubierto una serie de radios, fijados en el borde de la cápsula, pero también en el centro. Las células de estos radios son muy sensibles a la humedad atmosférica. Cuando el tiempo es seco, los radios se doblan hacia arriba y dejan al descubierto las esporas. Los más ligeros movimientos del aire son suficientes para dispersarlas por agitación. Cuando el aire está húmedo, los radios absorben humedad y cierran la cápsula. En las cápsulas de los musgos no hay *eláteres*.

Cuando una espora de musgo cae en un lugar apropiado, le brota un filamento fino en cada extremo. Uno de los filamentos da una fina "raíz" mientras el otro, que es de color verde, se ramifica sobre la superficie. Es lo que se llama el *protonema*. De varios puntos de este filamento pueden surgir nuevas plantas haploides de musgo. El protonema puede vivir por algún tiempo y producir numerosas plantas en una pequeña área. Esto no ocurre en las hepáticas. En cualquier momento se pueden producir nuevos filamentos a partir de la base del musgo. En ellos brotan yemas, que crecen para dar lugar a nuevas plantas. Por este procedimiento, los musgos se reproducen vegetativamente y cubren extensas superficies. El hecho de que se produzcan las hojitas juntas es importante, pues las hojas reunidas pueden acumular grandes cantidades de agua. Cuando las plantas crecen aisladas, se marchitan rápidamente si se exponen al aire seco.



Ciclo biológico de una briófita típica.

Las esporas de los musgos se desarrollan primero para dar un filamento ramificado (el "protonema"), del cual se desarrollan varias plantas individuales de musgo.



POTENCIAS DE DIEZ

La distancia que nos separa de una estrella lejana puede ser muy bien de 10.000.000.000.000.000.000.000.000.000 cm., mientras que el diámetro del protón, una de las partículas que componen la estructura del núcleo atómico, es sólo de

$$\frac{1}{1.000.000.000.000} \text{ cm.}$$

Como puede verse, existen grandes diferencias en los tamaños de las magnitudes físicas que se han de medir, y el método que hemos empleado para escribir los números anteriores es verdaderamente tedioso. Existe un modo mucho más conveniente de expresar números extremadamente pequeños o extremadamente grandes, que consiste en expresar el número como una potencia de diez.
Las potencias de 10 son: 10, 100, 1000, 10.000, etc. Estos números se escribirán así: 10 es igual que 10^1 (10 elevado a uno), y de la misma forma:

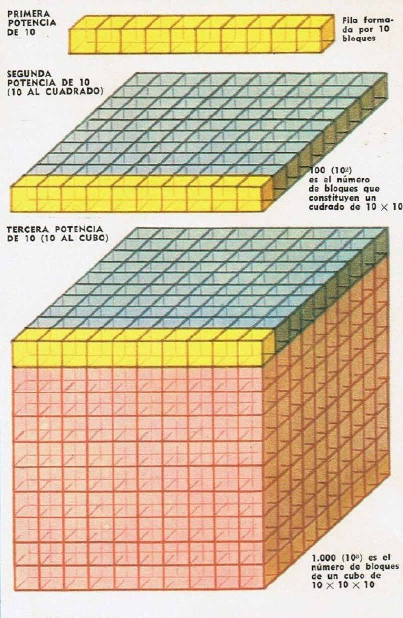
100 es igual a 10 × 10, o 10^2 (10 elevado a dos, o elevado al cuadrado).
1000 es igual a 10 × 10 × 10, o 10^3 (10 al cubo).
10.000 es igual a 10 × 10 × 10 × 10, o 10^4 (10 a la cuarta potencia) y así, sucesivamente.

A los índices 2, 3, 4, en las expresiones anteriores, se les llama exponentes o potencias de 10. Estos exponentes se encuentran con facilidad, pues son, simplemente, el número de ceros que acompaña al 1 en cada número. La distancia de la estrella lejana podemos, ahora, expresarla como 10^{28} cm.
Para los números menores que uno, las potencias de diez son números negativos.

$\frac{1}{10}$ se escribe 10^{-1} (10 a la menos uno)

$\frac{1}{100}$ se escribe 10^{-2} (10 a la menos dos)

y así sucesivamente.
El diámetro del protón es, pues, de 10^{-12} (diez elevado a la menos doce) centímetros.
El número 1, en este esquema, es 10^0. Al principio, esta notación puede chocar un poco. No obstante, tengamos en cuenta que 10^0 encaja perfectamente en la sucesión de índices que muestra la serie:



$\frac{1}{10}$ 1   10   o de otro modo 10^{-1} 10^0 10^1

La razón por la que 10^0 es igual a uno, se hará más clara cuando utilicemos esta notación para su función más importante: reducir las operaciones de multiplicación y división, a simples procesos de adición y sustracción.

MULTIPLICACIÓN

En la notación ordinaria
10.000 × 100 = 1.000.000 (un millón)
Esto mismo puede escribirse así:
$10^4 \times 10^2 = 10^6$
Para multiplicar dos números, se suman simplemente, sus exponentes: 10^6 es lo mismo que 10^{4+2}.
100 × 1 puede escribirse también:
$10^2 \times 10^0$
La suma de sus exponentes nos da la solución adecuada:
$10^{2+0} = 10^2 = 100$
Al multiplicar o dividir un número por 1 se obtiene el mismo número: ni sumamos ni restamos nada a su exponente.

$10 \times \frac{1}{100}$ se escribe:
$10^1 \times 10^{-2}$
lo que es igual a $10^{1+(-2)} = 10^{-1}$, es decir, un décimo.

DIVISIÓN

Para dividir un número por otro, se restan sus exponentes.

100.000 dividido entre 100 es $\frac{10^5}{10^2}$

Esto significa: "¿cuántas veces está contenido 10^2 en 10^5?" La contestación correcta es 1.000, ó 10^3, que es lo mismo que $10^{5-2} = 10^3$.

10 dividido por $\frac{1}{10}$ puede escribirse:

$10^1 \div \frac{1}{10}$ es decir $10^{1-(-1)}$

Menos (menos uno) es lo mismo que más uno; luego la contestación es 10^2. En efecto, 10 dividido por $\frac{1}{10}$ significa: "¿cuántas décimas tiene 10?". La respuesta es, naturalmente, 100.

ADICIÓN Y SUSTRACCIÓN DE NÚMEROS NEGATIVOS

Todos sabemos sumar y restar números positivos.

(+ 1) + (+ 1) = + 2
(+ 2) — (+ 1) = + 1

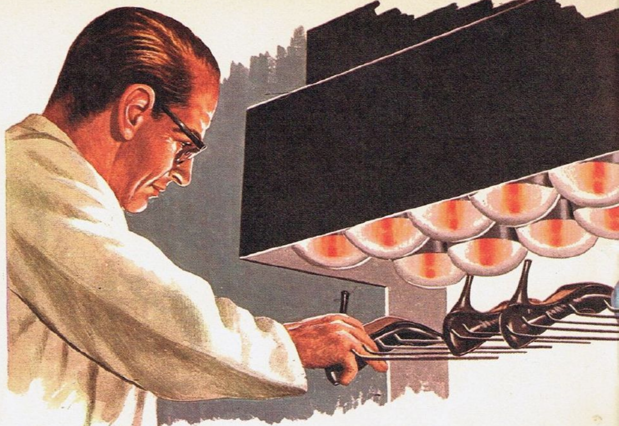
Este último ejemplo es muy parecido a

(+ 2) + (— 1) = + 1

Esto es, sumar un número negativo es lo mismo que restar un número positivo.

Restar un número negativo es, por otra parte, igual que sumar un número positivo.

(+ 2) — (— 1) es igual que
(+ 2) + (+ 1) = 3



RAYOS INFRARROJOS

El calor puede trasmitirse de tres formas distintas: por conducción, por convección y por radiación. La mayoría de los aparatos domésticos de calefacción se basan en las dos últimas formas de trasmisión. Una resistencia eléctrica calienta principalmente por radiación. Cuando dicha resistencia se pone al rojo, irradia energía bajo la forma de ondas electromagnéticas, que tienen su origen en los movimientos de los electrones y en las vibraciones de los átomos y moléculas que constituyen el metal del que se halla compuesta la resistencia.

Cuando la resistencia está *incandescente*, no sólo emite luz visible, sino que, al mismo tiempo, emite radiación *infrarroja*, la cual, aunque es invisible, puede ser fácilmente detectada por la sensación de calor que produce en cualquier parte de nuestro cuerpo directamente expuesta a su acción.



Las lámparas de rayos infrarrojos proporcionan calor a los pollitos, acelerando su crecimiento.

En el espectro electromagnético, la radiación infrarroja está situada entre la luz visible y las ondas de radio. Las longitudes de ondas comprendidas en la zona del infrarrojo son más largas que la de la luz visible y más cortas que las de las ondas de radio. Consecuentemente, su energía es menor que la de las ondas luminosas, por lo que es más difícil detectarlas fotográficamente. En efecto, sólo las radiaciones infrarrojas de la zona más cercana a la región visible tienen suficiente energía para ennegrecer una placa fotográfica.

La radiación infrarroja es debida a las vibraciones de los electrones, átomos y moléculas, y se propaga con la velocidad de la luz (30.000.000.000 de cm/seg.), calentando los objetos que encuentra a su paso, ya que origina que los electrones, átomos y moléculas de que éstos están constituidos, comiencen a vibrar. Cuanto mayor es la energía de las vibraciones que origina la radiación infrarroja, más corta es la longitud de onda de la radiación emitida. Las ondas de infrarrojo se trasmiten, al igual que cualquier otra radiación electromagnética, en línea recta, y, de la misma manera que sucede en el visible y en el ultravioleta, la radiación calorífica del infrarrojo sólo puede detectarse por algún instrumento sometido directamente a su acción.

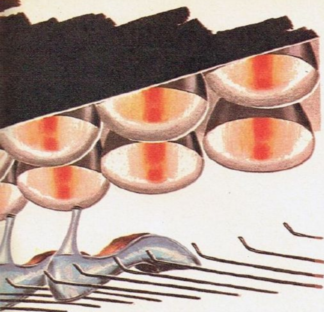
Según los otros dos tipos de trasmisión del calor (convección y conducción), pueden calentarse zonas que no están en línea recta con la fuente calorífica, es decir, que no están directamente expuestas a su acción. En el caso de la convección, es el aire u otro medio cualquiera el que, al desplazarse, trasmite el calor desde el elemento de calefacción hasta el objeto que se trata de calentar. Las moléculas de los gases que componen el aire, sin embargo, apenas absorben radiación infrarroja, de forma que ésta continúa propagándose hasta que es parcialmente absorbida por un medio más denso.

La fuente calorífica más potente que la Tierra tiene es, sin duda alguna, la radiación infrarroja procedente del Sol. Una pequeña parte de su energía se queda en la atmósfera, y el resto calienta la Tierra, al ser absorbida por su superficie.

El objeto de la calefacción doméstica es elevar la temperatura general de una habitación, para lo que puede utilizarse tanto la convección como la radiación. En algunas ocasiones, sin embargo, es preciso calentar sólo una parte bien determinada, en cuyo caso han de utilizarse elementos de radiación, pues las corrientes de convección calientan uniformemente toda la habitación, y su eficacia es, además, fácilmente perturbada, si existen corrientes.

LÁMPARAS DE RAYOS INFRARROJOS

Las corrientes de convección pueden evitarse encerrando el elemento calefactor en un bulbo de vidrio, lo que constituye una lámpara elemental de rayos infrarrojos. Este tipo de lámpara es, en todo, similar a las lámparas corrientes utilizadas en el alumbrado. Para dirigir convenientemente la radiación infrarroja, se recubre parte de la super-



Los rayos infrarrojos se utilizan también en la reparación de calzado. Las suelas ya gastadas pueden ser fácilmente separadas del resto del zapato, activando el adhesivo que los une, en un horno de rayos infrarrojos, con lo que se evita también que el cuero de la parte superior sufra daño alguno.

ficie interior del bulbo con un material que refleja los rayos infrarrojos y que ayuda a enfocar en una dirección la totalidad de la radiación emitida.

El filamento de una lámpara de rayos infrarrojos está a una temperatura inferior a la del filamento de una lámpara ordinaria (2.400° C comparados con unos 3.000° C) y la intensidad máxima de la gama de radiación que emite corresponde a unas 15.000 unidades Ångström (el espectro visible acaba hacia los 7.600 Å). Al ser inferior su temperatura, la radiación emitida es menos energética.

Las radiaciones caloríficas se propagan, como cualquier otra, con la velocidad de la luz, por lo que este método constituye el medio más rápido de propagación del calor.

La velocidad con que un cuerpo se calienta por la acción de la radiación infrarroja, depende, principalmente, de la diferencia de temperatura entre el emisor de infrarrojo y el objeto absorbente.

Con las lámparas de infrarrojo ordinarias, se obtiene una diferencia de más de 2.000° C, por lo cual los objetos sometidos a su acción se calientan muy rápidamente.

APLICACIONES DE LOS RAYOS INFRARROJOS

La radiación infrarroja tiene muchas y muy diversas aplicaciones como fuente calorífica. Como no la afectan las corrientes de aire, es muy adecuada para ser utilizada como elemento de calefacción exterior, y por ello, es frecuente su empleo en escaparates, negocios, etc., de muchas grandes ciudades.

Las lámparas de rayos infrarrojos tienen también muchas aplicaciones industriales. Se utilizan, por ejemplo, para el secado y esmaltado de pinturas y barnices sobre cualquier tipo de superficie. Las pinturas de distintos colores requieren tiempos de secado diferentes. Así, la pintura negra se seca más rápidamente que la pintura blanca, ya que ésta refleja la mayor parte de la radiación infrarroja que recibe, mientras que la pintura negra la absorbe casi en su totalidad.

Los rayos infrarrojos se utilizan también como fuente calorífica en la destilación de líquidos volátiles o muy inflamables, evitándose, de este modo, los riesgos que se producirían si estos últimos, por ejemplo, se calentaran a la llama. En este sentido, ha de tenerse en cuenta que la parte incandescente de una lámpara de rayos infrarrojos está totalmente encerrada en el bulbo.

En las conocidas parrillas de rayos infrarrojos, se consiguen asados más rápidos que en las parrillas ordinarias. La radiación infrarroja penetra, además, en el interior de la pieza de carne, con lo que resulta un asado más uniforme.

Aunque los rayos infrarrojos se utilizan, principalmente, como elemento de calefacción, tienen también aplicaciones más especializadas.

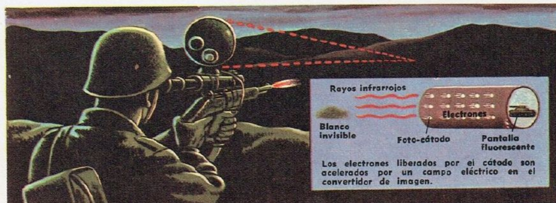
Veamos una de ellas. Los faros de los coches permiten al conductor ver en la oscuridad, ya que éste recibe la luz reflejada por los objetos en los que incide la luz emitida por los focos del vehículo. Pues bien: la misma operación puede realizarse utilizando radiación infrarroja con la ventaja adicional de que, en este caso, el conductor no revela su posición. Este hecho tiene, como es fácil de comprender, importantes aplicaciones militares y en él están basados los aparatos de detección de blancos en la oscuridad y algunos de los tipos de proyectiles dirigidos. Como es lógico, los ojos del conductor no pueden detectar directamente la radiación infrarroja, sino que para ello se utiliza un aparato denominado *convertidor de imagen*, que es el encargado de trasformar la radiación infrarroja reflejada, en una imagen visible. La radiación cae sobre un cátodo fotosensible, que forma parte de un aparato similar a los tubos de rayos catódicos utilizados en los aparatos de televisión.

La radiación incidente libera electrones del foto-cátodo (efecto *fotoeléctrico*), los cuales son acelerados por un campo eléctrico para chocar, por último, en una pantalla fluorescente. Cada electrón produce en ésta una mancha luminosa visible, por lo que la intensidad de la luz, en cada zona de la pantalla, será proporcional a la intensidad de la radiación infrarroja que es recibida por el cátodo.





Lámpara de rayos infrarrojos de longitud de onda corta. En el gráfico adjunto se representa el intervalo de longitudes de onda emitidas por este tipo de lámpara. La mayor parte de la radiación emitida cae fuera de la región visible.



Un convertidor de imagen de rayos infrarrojos permite que el soldado vea en la oscuridad. Para ello, se dirige un haz de rayos infrarrojos al blanco deseado, y la radiación reflejada es recogida por el convertidor, que la trasforma en una imagen visible.

FABRICACIÓN DE MARGARINA

Desde hace varios años, la margarina se ha convertido en un elemento básico en la lista de las compras domésticas, especialmente en los países donde se emplea para cocinar.

La historia de la margarina es más extensa de lo que se podría pensar, remontándose a los últimos años de la década 1860-70, durante el reinado del emperador francés Napoleón III. El emperador encargó al químico Mège-Mouriés que investigara la posibilidad de producir un tipo de manteca económica que tuviera buenas propiedades de conservación.

Aunque los métodos de fabricación de la margarina (e incluso el producto mismo) han cambiado casi totalmente desde entonces, es interesante observar la forma en que Mège-Mouriés abordó el problema.

Su objetivo era el de obtener un equivalente de la manteca, realizando, mecánicamente, alguno de los procesos mediante los cuales la vaca produce la leche.

Tras largos estudios, llegó a la conclusión de que si se batían y enfriaban en la mantequera sebo de cordero purificado, leche y agua, se podía obtener un sustitutivo de la manteca bastante aceptable. Mège-Mouriés añadió también ubre de vaca picada, con la falsa esperanza de que con esto convertiría el sebo de cordero en leche, lo que, desde luego, no podía ocurrir. Mège-Mouriés sacó poco provecho económico de sus descubrimientos, y, de hecho fue a la quiebra en sus intentos de explotarlos. Sin embargo, otros tuvieron más éxito y, unos años después, se estaba fabricando margarina en cantidad, en Europa y América. Actualmente, el consumo de margarina en el mundo alcanza cifras que se cuentan en millones de toneladas.

Alrededor de 1890, Storch estableció el cultivo de la leche con bacterias adecuadas, a fin de mejorar el sabor de la manteca, e inmediatamente este mismo procedimiento se aplicó a la fabricación de margarina. Trabajos posteriores llevaron al descubrimento del *biacetil*, como el agente capaz de dar un sabor agradable a la margarina, y a su desarrollo por medio de organismos adecuados que se cultivan dentro de la leche. A principios de este siglo, se introdujeron emulsionantes, como yema de huevo, que mejoraron la calidad de la margarina para freír. En la actualidad, se emplea casi únicamente lecitina vegetal, cuya actuación consiste en evitar el salpicado de la margarina en la sartén. Para que no se separe la parte acuosa de la margarina mientras esté guardada, se emplean monoglicéridos y productos semejantes.

HIDROGENACIÓN

Uno de los procesos más importantes en la fabricación de margarina es la "hidrogenación". Ésta se realiza en los aceites, normalmalmente antes de que lleguen a la fábrica de margarina.

Tanto las grasas vegetales como las animales, son compuestos de glicerina con varios ácidos grasos, entre los cuales se encuentran, principalmente, los ácidos palmítico, esteárico y oleico. El que sean grasas sólidas o aceites líquidos sólo depende de la estructura química de estos ácidos.

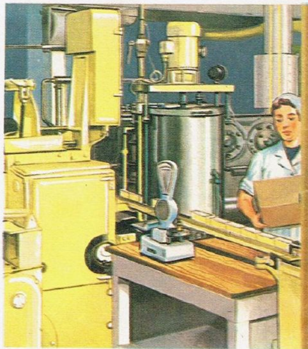
La glicerina y los ácidos grasos, en un sentido químico, se pueden considerar como unos esqueletos de átomos de carbono unidos entre sí, a los cuales van, a su vez, unidos átomos de hidrógeno y de oxígeno. Algunos ácidos como el oleico no contienen todo el hidrógeno que podrían tener (si se compara con el esteárico, que para el mismo número de carbonos, tiene dos hidrógenos menos), y se llaman "no saturados".

La hidrogenación es el proceso de introducir hidrógeno en las cadenas no saturadas de estos ácidos. Si se introduce la máxima cantidad de átomos de hidrógeno que pueden admitir, se dice que están "saturados".

El que un material graso sea líquido como el aceite de oliva, o sólido como el sebo, depende de la proporción de ácidos grasos no saturados que contenga. Así, pues, el aceite de oliva contiene, fundamentalmente, ácido oleico, y el sebo, ácido esteárico. Un aceite se puede convertir en grasa por hidrogenación, y, según el grado de la misma, se puede obtener una grasa más dura o más plástica.

EL PROCESO MODERNO

Los principales ingredientes de la margarina que se fabrica hoy, son aceites y grasas, leche desnatada, sal y vitaminas. La mayoría de los del primer grupo, aceites y grasas, son de origen vegetal, tales como el coco, el maní y las semillas de palma.





Interior de un tanque de maduración, de acero inoxidable, desde el cual se pasa la leche desnatada ya madura a los tanques de premezclado.



Tanques de combinación en los que se realizan las mezclas de aceite y grasa con la leche desnatada madura, sales y vitaminas.

En general, se puede definir la margarina como un alimento graso sólido, que consiste en un 80 % de grasa comestible y un 20 % de fase acuosa que incluye sal común, en cantidad variable, disuelta en la leche completa o descremada, especialmente preparada para este uso. Las grasas pueden ser de origen animal o vegetal o mezclas de ambas, incluyendo aceites hidrogenados. En Estados Unidos, se emplean aceites de semilla de algodón y de soja, habiendo desplazado a las grasas animales hasta el punto de que, en 1950, más del 98 % de los aceites utilizados en la fabricación de la margarina eran vegetales, y, de ellos, los aceites de soja y de algodón representaban el 95 %.

Una margarina satisfactoria debe tener un punto de congelación suficientemente alto (24 - 27° C) y que se pueda extender hasta la temperatura de 10° C. El punto de fusión debe ser 32 - 35° C, para que se funda rápidamente en la lengua y deje sabor a leche. El problema de producir una grasa de este tipo se resolvió por hidrogenación selectiva de los aceites vegetales.

El fabricante de la margarina debe asegurarse, primero, de que los ingredientes son completamente nutritivos, y luego debe trasformar la mezcla de los ingredientes en un producto atractivo y agradable al paladar.

Cuando llegan a la fábrica los aceites y grasas naturales, que ya han recibido un tratamiento previo de hidrogenación, se *neutralizan*. La neutralización consiste en tratarlos con álcalis para eliminar los ácidos grasos libres, que, de no ser separados, alterarían el sabor. Se lavan repetidamente con agua, para eliminar cualquier exceso de álcali, y luego se secan al vacío.

En esta etapa, se lleva también a cabo la decoloración o *blanqueado*, ya que los materiales originales son de color oscuro. Se emplea tierra de Batan, que tiene la propiedad de verificar la adsorción de los pigmentos colorantes naturales cuando se mezclan con las grasas calientes. La tierra de Batan y las impurezas adsorbidas se separan por filtración, y los aceites y grasas se pasan a la *planta desodorizadora*, en la cual se eliminan, por destilación al vacío, las sustancias residuales que podrían producir olores o gustos inadecuados.

Las grasas y aceites que han sufrido estos tratamientos se almacenan antes de pasar a la etapa de *composición* o mezclado.

Los diferentes tipos de margarina requieren proporciones distintas de varios aceites y grasas, y se puede decir que los paneles y tanques de composición en donde se hacen estas mezclas son los elementos más importantes de las plantas de fabricación.

La leche desnatada se pasteuriza a 75 - 80° C durante 30 - 45 min., para asegurarse de que no posea bacterias dañinas; se enfría a 68 - 70° C y se pasa al *tanque de maduración*. En este tanque, se le añade una pequeña cantidad de leche cuajada (un *iniciador*), que se ha seleccionado por su efecto en el sabor.

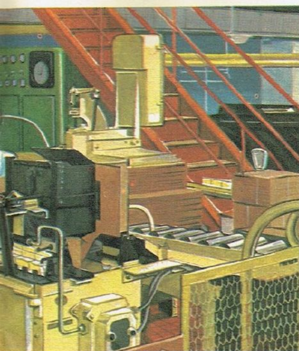
La concentración del iniciador bacteriano es del 2 - 5 %, manteniendo la temperatura a 20 - 22° C, hasta que hay un crecimiento adecuado del iniciador; luego, se enfría a 7° C para el batido.

La leche preparada se introduce en los *tanques de premezclado* o combinación, en donde se une a las grasas y aceites que vienen del *tanque de composición*, como se ve en la figura. En esta etapa, se añade también la salmuera (una solución de sal común con agua) y las vitaminas A y D.

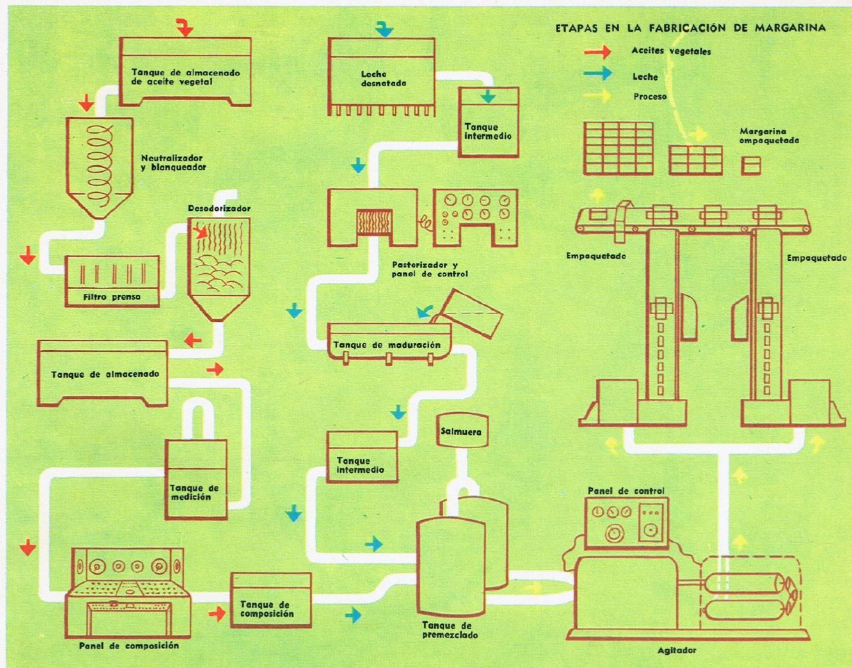
La lecitina y otros emulsionantes se disuelven en el aceite de la margarina fundida antes del batido, así como la vitamina A. Esta última a una concentración de 18.000 - 20.000 unidades por 1/2 Kg. de margarina.

A partir de este momento, comienza propiamente la fabricación de la margarina. En las máquinas *agitadoras*, la emulsión líquida se convierte en margarina sólida, por enfriamiento. La textura regular y la consistencia correcta se obtienen utilizando montajes que remueven la mezcla, al mismo tiempo que tiene lugar la refrigeración.

La margarina que sale de las máquinas, que son casi completamente automáticas, se envía a la planta de envasado,



El departamento donde se obtiene la margarina sólida, por enfriamiento de la emulsión líquida. La margarina sólida pasa luego a la maquinaria de empaquetado.



donde se le da la forma conveniente y se la envuelve, dejándola en condiciones para ser vendida al consumidor. Los paquetes de margarina se colocan en cajas de cartón para el trasporte.

EMPAQUETADO

Aunque el mantener las temperaturas adecuadas del aceite y de la leche cultivada antes del batido, es importante (para el mismo batido y el subsiguiente enfriamiento), el empaquetado es una operación decisiva, porque hay que tener en cuenta tanto el tipo de aceite y su tratamiento, como las temperaturas a las que se efectúa el proceso. Esto se debe a que las condiciones físicas del producto, en el momento de empaquetarse, han de ser las adecuadas a la maquinaria disponible, y a que gran parte de la eficacia de la fabricación de la margarina depende de la velocidad de operación de la maquinaria empaquetadora.

CONDICIONES HIGIÉNICAS

A lo largo de todo el proceso de fabricación de la margarina, se pone gran interés en mantener un alto grado de higiene, por razones obvias. Así, pues, se utiliza, en casi todos los implementos y tanques, acero inoxidable, y los operarios visten guardapolvos blancos para realizar su tarea. Sin embargo, el factor más importante para obtener un producto puro es, sin duda, el automatismo de las técnicas modernas de fabricación. Casi en ningún momento se exponen al aire libre los materiales en las últimas etapas, y, cuando es necesario un determinado control (por ejemplo, durante la *composición* de los aceites), el proceso se regula por medio de mecanismos, desde unos paneles o tableros de control.

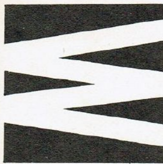
Se llevan a cabo también comprobaciones continuas de la higiene de la maquinaria, de las paredes y pisos de la fábrica, y también del mismo aire.

ASPECTOS NUTRITIVOS

Desde un punto de vista nutritivo, la margarina es un alimento graso importante como fuente de calorías y de otros factores alimenticios. Trabajos científicos sobre la digestión de grasas demostraron, sin lugar a duda, que el organismo humano absorbe perfectamente las grasas utilizadas en la margarina, y que éstas son muy digestivas.

Sin embargo, se han planteado inconvenientes acerca de la falta de algunos elementos esenciales en las grasas de la margarina. Por ejemplo, un factor muy importante es la carencia de vitamina A, que ha de ser añadida por los fabricantes para obtener un alimento más completo.

El valor nutritivo de la margarina se ha estudiado científicamente desde todos los puntos de vista, con el resultado de que hoy día se acepta, por lo general, como un alimento de valor alimenticio equivalente al de la manteca.



NUEVAS REALIDADES, NUEVOS TÉRMINOS

EL ARMAMENTO ATÓMICO EN EL MUNDO

La orientación de las investigaciones, después de la segunda guerra mundial, ha dado preferencia al armamento atómico sobre los medios bacteriológicos o químicos cuyos efectos podrían ser análogos. Actualmente, el armamento nuclear comprende necesariamente **bombas A** (atómicas), y accesoriamente **bombas H** (hidrógeno). Son dispositivos complejos, y los primeros utilizan la fisión del uranio o del plutonio; los segundos, la fusión del hidrógeno provocada por una bomba A que sirve de detonador. La bomba A puede ser probada en ensayos subterráneos, mientras que la bomba H debe ser ensayada, necesariamente, al aire libre.
Además, este tipo de armamento comprende un medio de transporte que puede ser un **avión bombardero** (vulnerable, a causa de su pequeña velocidad y necesidad de pistas de despegue; ésta es la solución provisional adoptada por Francia e Inglaterra); o bien, **cohetes intercontinentales** de alcance variable: ICBM (Inter-Continental Balistic Missile), IRBM (Intermediate Range Balistic Missile), que pueden lanzarse desde submarinos (Polaris) o desde bases terrestres (Minuteman). Estos cohetes son actualmente casi invulnerables en vuelo, y tienen una gran precisión (2 Km. a 10.000 Km. para los ICBM, o a 4.600 Km. para los IRBM). Solamente los poseen los EEUU y la URSS.
Este armamento se completa con una red de alerta (radar, satélites de reconocimiento). Los depósitos de bombas en el mundo parecen ser los siguientes:

	Número	Potencia media de cada bomba, en toneladas de explosivos clásicos
EEUU	40.000	de 5 a 20 millones
URSS	5.000	" " " "
Francia	10	50.000
Inglaterra	No hay datos	

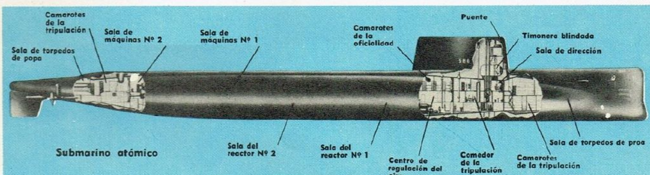
Para interpretar estas cifras, debe tenerse en cuenta que, durante la guerra 1939-1945, se lanzaron sobre Alemania **5 millones de toneladas** de explosivos clásicos. Se estima que los Estados Unidos poseen unos 1.000 cohetes de varios miles de kilómetros de alcance, y la Unión Soviética, una cantidad equivalente. Uno de estos cohetes, lanzado desde una base subterránea o un submarino, alcanza su máxima elevación en órbita, en 10 minutos, a 100 Km. de altura, con una velocidad de 24.000 Km. por hora. Un objetivo situado a 10.000 Km. es alcanzado en 30 minutos.
Una bomba de 10 megatones tiene, al explotar, un radio de destrucción total de unos 2,5 Km., si la explosión es al nivel del suelo. La misma bomba, explotando a 6 Km. de altura, destruiría totalmente una zona de 20 Km. de radio, y devastaría una zona de 32 Km. de radio. El efecto directo (onda de calor) en el caso de empleo contra una zona urbana causaría 100.000 muertos por megatón. Una sola bomba sobre Roma destruiría por completo la ciudad (daños mortales, hasta Ostia).
Naturalmente, este esfuerzo en la producción de armamento se traduce en gastos considerables:

Gastos anuales de defensa por habitante, en dólares:

Estados Unidos	289,6
URSS	146,5
Inglaterra	108,2
Francia	95,7
República Federal Alemana	92,7
Italia	24,4

Estas cifras contrastan con las de la producción bruta por habitante, en dólares, de algunos países:

República del Congo	62
Nigeria	67
India	68
Túnez	157
República Sudafricana	299



Submarino atómico



CORREO DE LECTORES

Comunique sus dudas u objeciones a **TECNIRAMA**, a la dirección del distribuidor en su país. No olvide indicarnos cuáles son los temas de lectura que prefiere

GEMELOS IDÉNTICOS

¿Es posible que en el caso de dos gemelos idénticos, separados geográficamente, uno de los hermanos pueda sentir las sensaciones o el malestar que el otro experimenta con motivo de un accidente? ¿Qué debemos entender por "gemelos idénticos"? A. D. D.

El tema de la comunicación a distancia, de sensaciones entre dos hermanos gemelos, se ha repetido numerosas veces en la literatura. Esta transmisión de dolor, etc., carece en absoluto de base científica.
Existen dos clases netamente diferenciadas de gemelos, desde el punto de vista genético. Los gemelos llamados **monocigóticos** (o monovitelinos) son aquellos que proceden de un mismo óvulo fecundado. Los gemelos **heterocigóticos** (o bivitelinos) proceden cada uno de un óvulo distinto. En los primeros, se presenta una particularidad interesantísima, que es la de ser exactamente iguales desde el punto de vista genético, es decir: poseen las mismas características hereditarias (los mismos genes). Esto no significa que sean iguales exactamente, ya que, en el desarrollo de una característica determinada, cuenta tanto la herencia como el ambiente o medio en que se ha desarrollado. Por ejemplo, ya antes de nacer, uno de los hermanos puede gravitar sobre el otro, perjudicando su desarrollo. Al nacer, suele haber diferencias de tamaño que tienden a igualarse durante el posterior crecimiento.
Los gemelos heterocigóticos no tienen por qué parecerse más que otros hermanos cualesquiera, pues lo único que hay entre ellos de especial es que la fecha de nacimiento es la misma. Esto, naturalmente, puede reforzar el parecido, por comparación con hermanos mayores o más pequeños. Las diferencias que se observan entre los gemelos monocigóticos se deben sólo a la acción del ambiente, entendiendo éste en un sentido muy amplio (alimentación, modo de vida, clima, educación, enfermedades, impresiones recibidas), y a la acción del factor



CORREO DE LECTORES

psíquico, que en el hombre tiene una importancia decisiva. En la práctica, estas diferencias y el parecido, resultante de la misma edad en los gemelos heterocigóticos, hacen que se pueda presentar la dificultad de distinguir ambas clases. Existe una serie de pruebas que permite separarlos: la diferencia de sexo, por ejemplo, excluye el monocigotismo. El examen de características anatómicas (relieve del pabellón auditivo, red de capilares en el borde de la piel de las uñas, grupos sanguíneos, pruebas serológicas, etc.) permite conocer la clase de gemelos de que se trata.

EL "YETI" O ABOMINABLE HOMBRE DE LAS NIEVES

¿Existe el "yeti" o abominable hombre de las nieves? S. R.

La cuestión sigue debatida, aunque la primera pregunta que cabría plantearse es a qué se llama "yeti". La opinión general ha sido informada de modo que hoy día se entiende por "yeti" un ser que oscila entre hombre primitivo y antropoide superior, habitante del Himalaya. Si se toma esta acepción, no puede presentarse ninguna prueba **decisiva** de su existencia. Trozos de piel que, según sus propietarios, pertenecían al "yeti", han sido asignados por los zoólogos a animales diversos ya conocidos, ninguno de ellos antropomorfo. Las "pruebas" existentes más sugestivas son fotografías de huellas en la nieve, y el testimonio de testigos oculares. Con ellas, y con una serie importante de tradiciones y relatos indígenas, hay material suficiente para dar lugar a defensas encarnizadas de la existencia del "yeti". La opinión general de los especialistas es la de considerar este tema poco "serio", hasta el día en que algún "yeti" o una parte característica de su cuerpo, caiga en manos de algún zoólogo que pueda hacer una descripción con garantías. De todas formas, en ninguno de estos temas cabe una posición demasiado escéptica, como lo han comprobado con frecuencia sorprendentes descubrimientos de animales nuevos.

Y PARA CONCLUIR...

MÁS SOBRE EL LENGUAJE DE LOS ANIMALES

El **lenguaje** de los animales empieza a ser analizado y, en muchos casos, comprendido por medio de registros en cinta magnetofónica y examen con el espectrógrafo de sonido. En TECNIRAMA (Nº 52, **"El lenguaje de las abejas"**), se ha presentado la comunicación de las abejas mediante los movimientos de danzas especiales que indican la presencia de alimentos, su distancia y orientación. Hay nuevos experimentos de A. M. Wenner (Universidad de California, Santa Bárbara), que prueban que las abejas, aparte de los movimientos de la "danza", utilizan el sonido para comunicarse. Los registros de sonidos se hicieron con pequeños micrófonos situados sobre las abejas que volvían a la colmena, después de haber encontrado platos con soluciones azucaradas, situados a cierta distancia de ella. Los sonidos, al ser analizados con el espectrógrafo, mostraron que estaban formados por "trenes" de ondas sucesivas, estando cada "tren", a su vez, subdividido en impulsos. La abeja emite un tren de sonidos durante la parte recta de la danza que ejecuta ante las otras abejas.
El análisis de los datos demostró que cada tren de sonidos tiene una longitud directamente proporcional a la distancia que la abeja recorriera hasta alcanzar el alimento. Es interesante que la distancia señalada por la abeja a su regreso esté muy poco influida por el viento. Cuando éste es fuerte, la distancia señalada tiende a ser un poco mayor de la real, pero no hay una influencia clara. Observaciones posteriores han podido mostrar que la abeja regula su esfuerzo al volar, de tal forma que la velocidad de vuelo sea siempre constante. Con vientos fuertes, se aproxima a tierra todo lo posible para beneficiarse de la disminución de la velocidad de éstos con la altura.
Los análisis espectrográficos del sonido han ido enseñando otros tipos de lenguaje de la abeja. Cuando un enjambre está próximo a abandonar la colmena, los criadores expertos pueden reconocerlo por el zumbido. Cuando una abeja aislada ataca, su zumbido sube de tono, y muestra fluctuaciones en la intesidad.
Según A. M. Wenner, en su reciente publicación sobre el lenguaje sonoro de las abejas, éstas pueden hacer en la colmena, por lo menos, **diez clases de sonidos distintos.** Uno de éstos es el producido por las obreras que ventilan la colmena con el movimiento de sus alas. Otro tipo de sonido muy fuerte es el emitido por las abejas cuando la colmena es atacada o molestada, o por centinelas especiales cuando algún intruso —por ejemplo, una hormiga— se aproxima.
El mecanismo por el que las abejas producen estos sonidos ha sido ignorado hasta hace poco, y actualmente se cree que proceden de la vibración de las superficies de las alas o de la parte basal de éstas. Al menos, esta vibración de las alas actuaría como amplificación. En cuanto a la forma de percepción, los últimos resultados están de acuerdo en que sólo "oyen" las vibraciones cuando éstas se transmiten en la superficie sobre la que tienen apoyadas las patas. Posiblemente, tienen órganos receptores del sonido por debajo de la rodilla, y, desde luego, los tienen en las antenas con las que tocan a las abejas que danzan emitiendo el sonido indicador de la situación del alimento.
La aplicación del **análisis del sonido** en los **pájaros** ha permitido también conocer una parte del idioma de éstos. Una de las conclusiones a las que se ha llegado es que algunas especies poseen dialectos distintos, según su situación geográfica, que pueden llegar casi a la categoría de "idioma" diferente en caso de gran separación, con dificultad de comprensión por parte de los pájaros de la misma especie. Las razones que han llevado a esta dispersión deben ser, naturalmente, como en el caso del hombre, el aislamiento de las distintas poblaciones y la sucesiva evolución del lenguaje.

SEAMOS HUMILDES

Los cuatro verdaderos satélites de Júpiter fueron los primeros cuerpos celestes descubiertos gracias al anteojo astronómico, simultáneamente por Galileo y Simón Marius. Pero los pieles rojas y los negros los conocían desde mucho antes, puesto que los mencionan en sus cuentos y leyendas. Se supone, a título de explicación, que la vista de los pueblos menos civilizados es más aguda que la nuestra.

LA FRASE DE LA SEMANA

Dijo Mauricio Marois, profesor de la Facultad de Medicina de París: "Proponemos a los sabios fundar, para defensa de la humanidad, una institución en la que ninguna regla sea bastante estricta y ninguna ambición bastante elevada. La audacia suprema será el supremo realismo".

PRECIOS DE VENTA (Rigen también para los números atrasados)

ARGENTINA,	Pesos	35.—	ECUADOR,	Sucres	6.—	*HONDURAS,	Lempiras	0,60	PERÚ,	Soles	10.—
*COLOMBIA,	Pesos	3.—	*EL SALVADOR,	Colones	1.—	*MÉXICO,	Pesos	3,50	*PUERTO RICO,	Dólares	0,30
*COSTA RICA,	Colones	2.—	ESPAÑA,	Pesetas	18.—	*NICARAGUA,	Córdobas	2.—	*R. DOMINICANA,	Pesos	0,30
*CHILE,	Escudos	1.—	*GUATEMALA,	Quetzales	0,30	*PANAMÁ,	Balboas	0,30	URUGUAY,	Pesos	4,50
									*VENEZUELA,	Bolívares	1,50

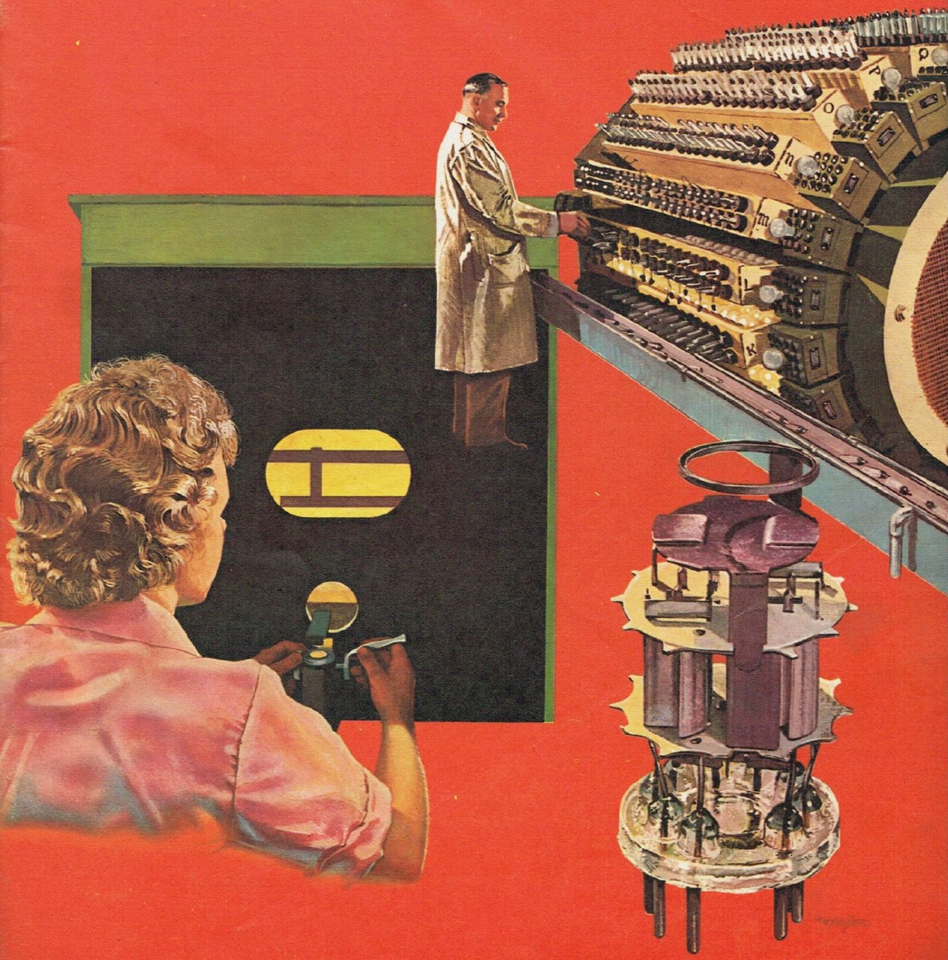
Aparece todas las semanas

* Distribución a partir del 23 de noviembre de 1964.

N° 59

tecnirama

ENCICLOPEDIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA ®



SUPERVISOR CIENTÍFICO DE LA VERSIÓN CASTELLANA:
Jesús MORCILLO RUBIO, doctor en ciencias y catedrático de la Universidad de Madrid.

AUTORES CONSULTADOS SOBRE TEMAS ESPECIALES DE ESTE NÚMERO: H. E. CLIFFORD (Univ. Florida) y A. V. EASTMAN (Univ. Washington), fabricación de válvulas de radio. J. ARIAS PAZ (Escuela T. Ejército, Madrid), transmisión y diferencial. E. M. PURCELL (Univ. Harvard), el péndulo. C. D. CREEVY (Univ. Minnesota) y B. A. HOUSSAY (Univ. Buenos Aires), cómo trabaja el riñón. B. LORENZO VELÁZQUEZ (Univ. Madrid), uso del kimógrafo. A. S. CRAFTS (Univ. California) y W. W. ROBBINS (Univ. California), las malas hierbas. P. D. L. THORNE (Sir John Cass College, Londres), el germanio. C. B. ALLENDOERFER (Univ. Washington), los logaritmos. W. E. BURCHAM (Univ. Birmingham) y A. E. S. GREEN (Convair, California), cuando un átomo se trasmuta.

TECNIRAMA ®, Enciclopedia de la ciencia y la técnica de hoy, es una obra sistemática que se publica en forma de semanario encuadernable. Una vez eliminadas las cubiertas de los ejemplares, las páginas interiores numeradas forman un curso progresivo. Dichos fascículos se coleccionan cómodamente en prácticas tapas-libro para trece números cada una, que aparecen trimestralmente e incluyen los índices temáticos y alfabéticos completos del tomo.

Publicada en Argentina por
EDITORIAL CODEX S.A.
BOLÍVAR 578 BUENOS AIRES



AÑO II
TOMO V
Nº 59

SUMARIO

Distribuidores, agentes de suscripciones y venta de ediciones anteriores: ARGENTINA: Distribuidora Universal S.R.L., Herrera 513, Buenos Aires. **COLOMBIA:** Editorial Publex Colombiana, Carrera 7ª Nº 13-58, Bogotá. **COSTA RICA:** Carlos Valerín Sáenz y Cía., Apartado 1924, San José. **CHILE:** Cía. Chilena de Ediciones S.A., Santo Domingo 1175, Santiago. **ECUADOR:** Muñoz Hnos., Bvard. 9 de Octubre 732, Guayaquil. **EL SALVADOR:** Librería Hispanoamérica, Emilio J. Simón y Cía., 1ª calle Oriente y 4ª Avenida Norte, San Salvador. **ESPAÑA:** Distribuidora Europea de Publicaciones (DISEUROPA), Córcega 414, Barcelona. **GUATEMALA:** De La Riva Hnos., 9ª Avenida 10-34, Guatemala. **HONDURAS:** Librería Navarro, Calle Real, Comayagüela DC. **MÉXICO:** Distribuidora Publex S.A. (DISPLUBEX), Dir. responsable Marcial Frigolet Lerma, Bolívar 154, México, D.F. **NICARAGUA:** Ramiro Ramírez Valdez, Avda. Bolívar Sur 302 A, Managua. **PANAMÁ:** José Menéndez, Apartado 2052, Panamá. **PERÚ:** Central Peruana de Publicaciones S.A., Avda. Bolivia 154, Lima. **PUERTO RICO:** Matías Photo Shop, Fortaleza 200, San Juan. **REPÚBLICA DOMINICANA:** Librería Dominicana, Mercedes 49, Santo Domingo. **URUGUAY:** Distribuidora Paysandú S. A., Luis P. Ponce 1432, Montevideo. **VENEZUELA:** Distribuidora Guaicaipuro C. A., Principal a Santa Capilla 4, Caracas.

TEMA DE LA CUBIERTA:

FABRICACIÓN DE VÁLVULAS DE RADIO — Examen de una válvula por medio de un proyector óptico. (Derecha) "Envejecedor" de filamentos. (Abajo) Vista de una válvula en proceso de fabricación.

Correo Argentino Central B — TARIFA REDUCIDA — CONCESIÓN Nº 7271

Imprimió Cía. Fabril Financiera Iriarte 2035, Bs. As., Argentina



NOTICIAS DE HOY

El cometa Tierra. — Los astrónomos comienzan a sospechar que la Tierra está rodeada por una nube de hidrógeno en forma de cometa. Se han realizado cálculos, que permiten afirmar que la cabeza de este "geocometa" mide un millón doscientos mil kilómetros; en ella parece existir una concentración de átomos de hidrógeno libres de 10 átomos/cm³. Las dimensiones de la cola de esta especie de cometa son mucho mayores: unos seis millones de kilómetros; pero en ella la concentración de átomos libres es menor.
Se cree esto porque se ha observado en el cielo la radiación alfa Lyman, que es característica de la difracción de los rayos ultravioletas por átomos de hidrógeno libres. Esta radiación no se había podido detectar (hasta que se logró elevar cohetes a alturas de 30 kilómetros), pues la radiación se absorbe en las capas más elevadas de la atmósfera.

Azúcar en el cemento. — Normalmente, se prohíbe en las normas de fabricación del hormigón el empleo de sustancias que contengan hidratos de carbono en su composición. Sin embargo, recientemente se ha demostrado que la sacarosa, añadida en determinadas concentraciones al agua de amasado de los hormigones de cemento portland, se comporta como un plastificante-retardador muy activo. Se ha intentado eliminar el poder retardador mediante la adición de clorato potásico.
Al disolverse en el agua de amasado, parece que las moléculas de la sacarosa se absorben en la superficie de los granos de cemento. Se formarían puentes de hidrógeno, por el grupo hidrófilo del azúcar, y el grupo hidrófobo quedaría orientado hacia el exterior, es decir, en la solución acuosa. Así, los granos de cemento quedarían rodeados por una capa que los aislaría durante un cierto tiempo, y retardaría el comienzo de las reacciones iniciales del fraguado. Al mismo tiempo, individualizaría los granos de cemento y, de esta forma, se conseguiría una mejor dispersión del cemento en el hormigón.

Más sobre la naturaleza virósica de la leucemia. — Partículas parecidas a **virus** son agentes que provocan la **leucemia** en el gato, según se deduce de los trabajos recientemente publicados por una serie de investigadores del Instituto de Virología de la Universidad de Glasgow. Los gatos inoculados con material centrifugado y libre de células, procedente de los tejidos afectados en gatos enfermos de leucemia, presentaron síntomas de leucemia aguda y murieron. Asociadas con las lesiones en animales que presentaban completamente desarrollados los síndromes de la enfermedad se encontraron partículas formadas por un núcleo denso al paso de los electrones (microscopio electrónico), envueltas en una membrana doble. El tamaño de las partículas es de 100 m. μ y han podido cultivarse en tejidos vivos. Tales partículas presentan grandes analogías con los virus típicos de algunas leucemias del ratón, donde se ha encontrado ya una relación estrecha entre virus y leucemia.

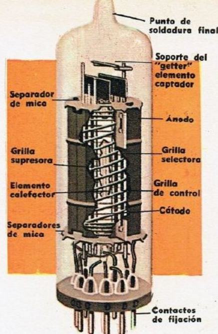


NOTICIAS DE MAÑANA

Descontaminación de alimentos radiactivos. — En el caso de una contaminación extensa, o localizada, de la atmósfera por radiaciones, ¿se podría preservar a la población humana de los efectos de radiactividad? Los científicos se han planteado este problema. Uno de sus aspectos está relacionado con la descontaminación de alimentos, que pueden absorber mucha radiactividad. El problema se encuentra ya resuelto, por lo que se refiere a las papas, que, en caso de agresión nuclear, o de un accidente excepcional de una central nuclear, son capaces de absorber grandes cantidades de cesio 137 (un isótopo del cesio normal, que contiene más neutrones de este último, y es menos estable). El procedimiento de descontaminación consiste en pelar las papas, cortarlas en rodajas y agitarlas durante algunas horas, a unos 30° C., en una solución que contiene cloruro potásico, cloruro sódico y una resina cambiadora de iones en la forma K^+, Na^+.
La papa, así tratada, no pierde ninguna de sus cualidades nutritivas, ni se altera su sabor.

FABRICACIÓN DE VÁLVULAS DE RADIO

Una válvula típica, de radio o televisión, está formada por casi una docena de componentes distintos, cada uno de los cuales se fabrica con materiales cuya pureza y propiedades físicas deben comprobarse cuidadosamente. Los componentes llegan a la fábrica de válvulas, y de allí sale la válvula terminada. Se la utiliza para controlar las corrientes eléctricas, para limitar su paso en una dirección, o bien para hacerla más intensa. La válvula debe trabajar de un modo particular, y es totalmente inservible si tiene algún error de fabricación.
Una fábrica de válvulas no es una especie de máquina automática gigante, en la que los componentes entran por un extremo para que la válvula terminada surja, milagrosamente, por el otro. Cada paso en el montaje de una válvula requiere una atención especial, y, aunque se utilizan muchas máquinas, generalmente, están bajo control humano.
En la mayoría de las válvulas, los electrones se producen en un filamento que se calienta, y se denomina *cátodo*. Luego, estos electrones se aceleran aplicándoles voltajes, o sea, diferencias de presión eléctrica en el interior de la válvula, hacia el *ánodo*. Generalmente, el ánodo es una pieza de metal que reúne los electrones (que constituyen una corriente eléctrica), y los trasmite luego a una parte cualquiera del circuito, por medio de conductores. Una válvula sencilla, con un ánodo y un cátodo, se denomina *diodo*, puesto que la corriente fluye entre dos electrodos; los electrones sólo son emitidos por el cátodo caliente; así, no pueden ir nunca del ánodo al cátodo.
Procesos más interesantes ocurren cuando se intercalan otros electrodos. Si se intercala otro electrodo (llamado *grilla*), cerca del cátodo (y relativamente lejos del ánodo), y se aplica un voltaje, éste tiene un efecto mayor que si se aplicara al ánodo. Dicho de otra manera, si se produce un pequeño cambio en el voltaje de la grilla, éste produce un cambio mayor en la corriente. La válvula tiene ahora tres electrodos, y se llama *triodo*. Puede amplificar una corriente eléctrica realizando pequeños cambios en una de las partes del circuito conectada a la grilla, con lo que se produce un cambio mucho mayor en la parte del circuito que sale del ánodo.
En la práctica, se requieren ciertas condiciones antes de usar satisfactoriamente una válvula de este tipo. No puede funcionar con las señales de alta frecuencia que se usan en la radio y TV, porque, a estas altas frecuencias, unos electrodos influyen en los otros de forma incorrecta y estos efectos tienden a distorsionar la señal. Es necesario introducir electrodos suplementarios. Primero, un *filtro* en una válvula *tetrodo;* luego, una grilla *supresora* en un *pentodo*. Estos

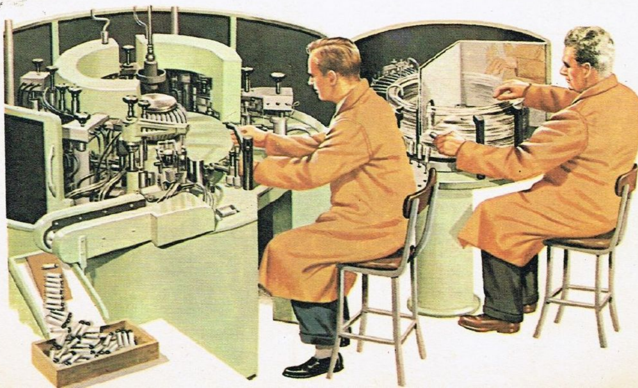


Dibujo en el que se muestra el corte transversal de una válvula.

elementos corrigen los defectos del triodo. Más electrodos pueden incluirse en tipos de válvulas para otros usos especializados.
Hay muy distintos tamaños de válvulas, desde la que mide medio metro, hasta la que mide menos de dos centímetros. Aunque cada válvula está diseñada para un tipo especial de trabajo, los componentes y el voltaje no varían esencialmente.

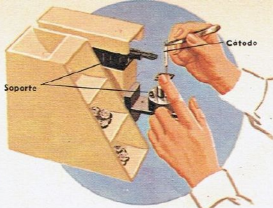
PARTES DE UNA VÁLVULA

Los distintos componentes de una válvula se fabrican en diversos lugares de la misma fábrica, y luego se llevan a la sección de montaje, donde obreros especializados proceden a armarlos, para construir la válvula.
Primeramente se limpian todos los componentes. Esto se hace en hornos, donde los elementos se calientan en una corriente de hidrógeno, o hidrógeno y nitrógeno, a varios centenares de grados centígrados. La duración de este proceso depende del tamaño de la pieza, y de su

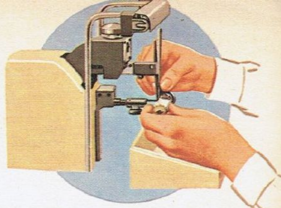


Máquina para soldar la cubierta a la base de vidrio (derecha), y bomba donde se produce el vacío y es sellada la válvula (a la izquierda).


Forma de comprobar las dimensiones de las grillas con un micrómetro.



En esta ilustración puede apreciarse la forma cómo se efectúa el montaje de los electrodos.


Acoplamiento de la "jaula" de los electrodos en la base de la válvula.

naturaleza. Desde este momento, se tiene especial cuidado de que los distintos elementos conserven su limpieza, hasta su colocación en la ampolla de vidrio. Los electrodos se diseñan de forma que uno rodea al otro. El cátodo (emisor de electrones) está en el centro, y su superficie se cubre con una capa de carbonatos de bario y de estroncio. Cuando se calienta el cátodo, los carbonatos se descomponen, dando sus óxidos respectivos, que liberan sus electrones fácilmente. A menudo, el cátodo es un tubo hueco, que contiene el elemento calefactor en su interior. El elemento calefactor es una espiral de alambre de tungsteno, muy fino, cubierto de óxido de aluminio, para aislarlo eléctricamente del cátodo. Así se pueden obtener las altas temperaturas de unos 1.000°C, necesarias para la emisión.

Alrededor del cátodo se encuentra la primera grilla, que es la que ejerce el máximo control sobre la corriente. Las grillas son, fundamentalmente, espirales planas de alambre fino de molibdeno arrolladas en varillas soportes. Este montaje se realiza en máquinas automáticas de precisión. En un tetrodo, la grilla selectora se encuentra situada por fuera de la grilla de control. En un pentodo, la grilla supresora se fija por el exterior de la selectora. Rodeando a todos los electrodos, se encuentra el ánodo, que es un cilindro de níquel abierto, aunque puede ser de acero niquelado, o aluminizado.

La separación entre las distintas grillas es importante. Para que la separación permanezca constante, y para asegurar la rigidez de la estructura interna de la válvula, se colocan unas piezas de mica (un material aislante), cubriendo la parte superior e inferior del cilindro formado por el ánodo.

El primer proceso, en el montaje de la válvula, es la colocación de los electrodos, y de la pieza protectora del ánodo. Para realizar esto, el obrero usa unos aparatos, que sujetan el soporte de la válvula, mientras que el electrodo se fija, y luego hace la operación siguiente. Así continúa, hasta que se colocan todos los separadores de mica.

A este soporte, se fija la base de vidrio de la válvula. A través de la base, pasan los alambres que luego conducirán la corriente al interior y al exterior de la válvula. Estos cables conductores se fijan a los electrodos correspondientes, mediante soldadura.

En este momento, sólo le falta a la válvula su cubierta protectora de vidrio. Además de la protección, la cubierta ejerce un papel importante, cuando se hace el vacío a la válvula, y se la sella, para evitar que quede aire en ella. La mayoría de las válvulas de radio son válvulas de *vacío*, en las que la presencia de aire, particularmente oxígeno, es perjudicial, pues reaccionaría con los elementos calientes, inutilizando la válvula.

La cubierta de vidrio es colocada en una especie de máquina rotativa. Las válvulas permanecen en ella distinto tiempo; las válvulas muy pequeñas invierten sólo unos segundos. La máquina suelda la cubierta de vidrio a la base de vidrio que lleva la válvula. Chorros de gas caliente elevan la temperatura de esta parte, gradualmente, y, cuando la válvula gira en cada vuelta, se calienta más, y el vidrio se hace cada vez más blando, hasta que se funde, con lo cual queda hecha la soldadura. Entonces es importante eliminar de manera gradual el calor restante, para que el cristal tenga tiempo de adquirir una estructura rígida. Si el enfriamiento se produce de manera brusca, aunque el vidrio no se rompa, queda frágil y débil.

A continuación, se lleva a cabo un proceso muy importante, en el que el aire se extrae de la válvula, y ésta se cierra. El aire se elimina mediante bombas de vacío, y, simultáneamente, la válvula pasa por un alambre arrollado, que conduce una corriente de alta frecuencia.

Los campos magnéticos alternantes que se producen, generan (o inducen) corrientes en algunos elementos metálicos de la válvula. Estas corrientes calientan los electrodos, y así se eliminan gases, que en otro caso habrían sido absorbidos por algún elemento.

A continuación, se cierra la válvula. De la misma forma que antes, se calienta despacio, y se elimina el calor lentamente.

Actualmente se usa otro componente para eliminar cualquier gas residual no extraído en las operaciones anteriores. Este artificio se llama *getter*, y consiste en una pieza de bario, que está mantenida como un halo sobre los otros electrodos. Una corriente de alta frecuencia, suministrada desde el exterior, proporciona calor a esta pieza, hasta que se quema y, entonces, se combina con el oxígeno que hubiera podido quedar en el interior, dejando una marca oscura en la parte interior de la envoltura de vidrio de la válvula.

Se fijan los contactos que soportarán las válvulas en los zócalos, y el montaje queda terminado.

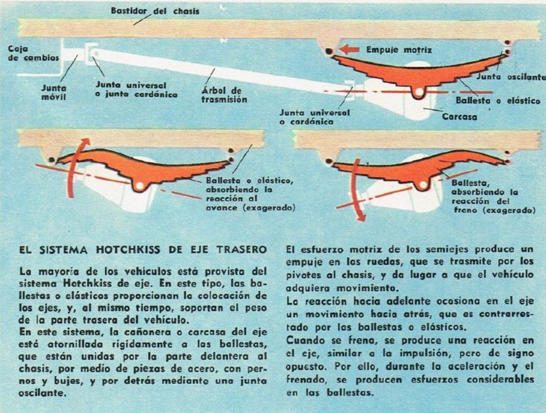
Antes de que la válvula se dé por eficiente, se la somete aún a otra manipulación. Al comienzo de su vida, el cátodo no emite muchos electrones, pero se consigue una mejor emisión por envejecimiento. Esto se realiza suministrando al cátodo (durante un período de tiempo) más intensidad de corriente (un 20 % más) de la que recibirá en condiciones normales. El envejecimiento se lleva a cabo en grandes tambores rotatorios.

PRUEBA DE LAS VÁLVULAS

A lo largo del proceso de fabricación, los distintos componentes deben sufrir diversos y rigurosos exámenes. El rendimiento de una válvula se altera con cualquier impureza, o diferencias de tamaño o disposición de los componentes. Sin embargo, no se prueba cada pieza de una válvula en cada fase de fabricación, sino un cierto número de cada lote. Esto es lo que se llama *control de calidad*.

Los componentes más pequeños se pesan y se miden con un micrómetro. En otro momento de la fabricación, son examinados mediante un proyector óptico que permite un examen completo de la grilla.

La válvula, ya terminada, se somete también a inspecciones, probando unas cuantas de cada lote. También se llevan a cabo ensayos de vida, para averiguar si la válvula durará el tiempo para el cual ha sido fabricada. Exámenes de este tipo permiten al fabricante mantener una vigilancia constante sobre la calidad de sus válvulas.

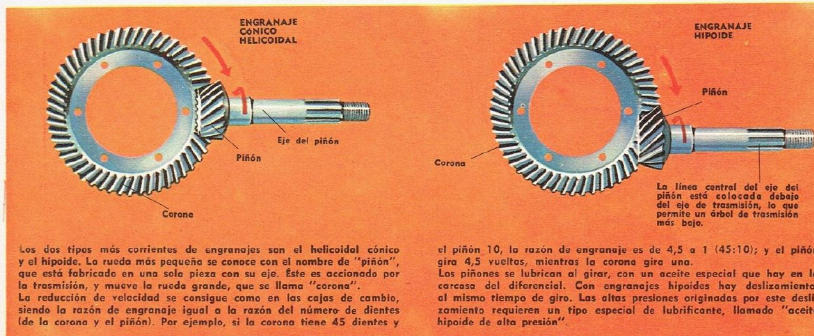


EL SISTEMA HOTCHKISS DE EJE TRASERO

La mayoría de los vehículos está provista del sistema Hotchkiss de eje. En este tipo, las ballestas o elásticos proporcionan la colocación de los ejes, y, al mismo tiempo, soportan el peso de la parte trasera del vehículo.
En este sistema, la cañonera o carcasa del eje está atornillada rígidamente a las ballestas, que están unidas por la parte delantera al chasis, por medio de piezas de acero, con pernos y bujes, y por detrás mediante una junta oscilante.
El esfuerzo motriz de los semiejes produce un empuje en las ruedas, que se trasmite por los pivotes al chasis, y da lugar a que el vehículo adquiera movimiento.
La reacción hacia adelante ocasiona en el eje un movimiento hacia atrás, que es contrarrestado por las ballestas o elásticos.
Cuando se frena, se produce una reacción en el eje, similar a la impulsión, pero de signo opuesto. Por ello, durante la aceleración y el frenado, se producen esfuerzos considerables en las ballestas.

TRASMISIÓN Y DIFERENCIAL

En la mayoría de los vehículos, el motor, el embrague y la caja de cambios van montados en una unidad en la parte delantera. La fuerza motriz que se produce en esta parte delantera, normalmente tiene que trasmitirse a las ruedas motrices en la parte trasera del vehículo, aunque existe una tendencia cada vez mayor a situar las ruedas motrices en la misma parte que el motor. El esfuerzo del motor pasa a las ruedas traseras, por medio de la trasmisión, que lo trasmite al eje trasero. En otros tipos de vehículos, la trasmisión es distinta, y no la consideraremos aquí. La carcasa del eje trasero está unida, en general, al chasis, por medio de un par de elásticos o ballestas semielípticas, donde está colocado el eje. Se suele emplear un tipo de árbol de trasmisión tubular, porque es más liviano, aunque de mayor diámetro y más resistente a un esfuerzo de torsión, que un eje macizo pero de menor diámetro.

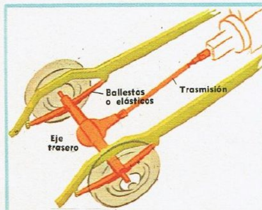


Los dos tipos más corrientes de engranajes son el helicoidal cónico y el hipoide. La rueda más pequeña se conoce con el nombre de "piñón", que está fabricado en una sola pieza con su eje. Éste es accionado por la trasmisión, y mueve la rueda grande, que se llama "corona".
La reducción de velocidad se consigue como en las cajas de cambio, siendo la razón de engranaje igual a la razón del número de dientes (de la corona y el piñón). Por ejemplo, si la corona tiene 45 dientes y el piñón 10, la razón de engranaje es de 4,5 a 1 (45:10); y el piñón gira 4,5 vueltas, mientras la corona gira una.
Los piñones se lubrican al girar, con un aceite especial que hay en la carcasa del diferencial. Con engranajes hipoides hay deslizamiento, al mismo tiempo de giro. Las altas presiones originadas por este deslizamiento requieren un tipo especial de lubrificante, llamado "aceite hipoide de alta presión".

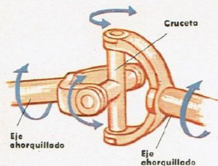
Cuando el vehículo pasa un bache, el eje trasero se mueve con respecto al resto del vehículo, y el árbol de trasmisión debe, por tanto, ser capaz de girar y vibrar. Esto se consigue mediante dos *juntas universales,* unidas a cada extremo de la trasmisión.

JUNTAS UNIVERSALES

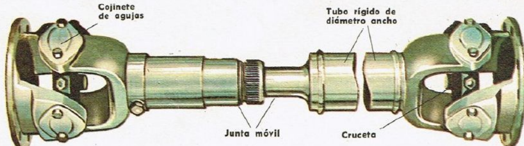
Una junta universal, o junta cardánica, es un artificio mecánico que permite unir dos ejes, de tal forma que uno puede trasmitir al otro un movimiento de rotación, cualquiera que sea el ángulo entre ellos. Al mismo tiempo, los ejes deben poseer una limitada capacidad de movimientos. En una forma sencilla de junta universal, los ejes terminan en una horquilla, y se unen en una cruceta. En la junta de *Hardy Spicer*, se usan rodamientos de agujas, para reducir el rozamiento. En el montaje completo existe una junta móvil, en uno de los extremos del árbol de trasmisión, para acomodar la distancia, ligeramente variable, entre la caja de cambios y el eje trasero, cuando éste oscila.



En la mayoría de los vehículos modernos, el movimiento se trasmite, por medio del árbol de trasmisión, desde el motor situado en la parte delantera a las ruedas traseras; la parte trasera del vehículo descansa sobre dos ballestas.



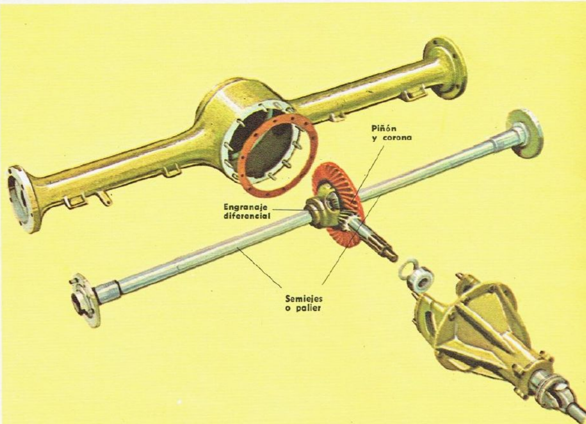
Junta tipo "Hardy Spicer", en la que cojinetes de agujas reducen la fricción.



Un árbol de trasmisión completo, con dos juntas universales y una junta móvil.

EJE TRASERO Y DIFERENCIAL

Además de trasmitir el movimiento a las ruedas traseras, el eje tiene que soportar el peso de esta parte del vehículo, trasmitir en ángulo recto el movimiento del árbol propulsor, y hacer que las ruedas giren a distintas velocidades cuando toman una curva.
Las ballestas o elásticos soportan el peso de la parte trasera del vehículo. La trasmisión del movimiento en ángulo recto se logra mediante un *engranaje cónico.* La carcasa del eje trasero está diseñada como un banjo (especie de guitarra), pero tiene dos extensiones, llamadas *cañoneras,* que soportan los ejes de las ruedas. En su centro existe un abultamiento casi esférico (caja de diferencial). El piñón de ataque de la trasmisión entra en este abultamiento, y hace girar a la corona, que trasmite el movimiento a los dos semiejes, uno por cada rueda. Hay un diferencial en el eje trasero, que permite a una rueda girar más rápidamente que la otra, en las curvas. Esto lo describiremos más adelante, en otro artículo. Por tanto, el movimiento se toma de la corona, para cada rueda, por rama distinta del eje.



Vista del eje trasero, desarmado, mostrando la carcasa y los componentes principales.

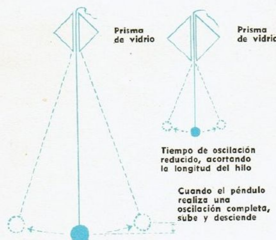
EL PÉNDULO



En el mismo intervalo de tiempo, el péndulo del reloj de mesa oscila más veces que el péndulo, más largo, del reloj de pared.

Fue el famoso físico italiano Galileo Galilei el que descubrió los fundamentos del péndulo, hacia el año 1583. Un día, en la catedral de Pisa, su ciudad natal, sus ojos se fijaron en una lámpara colgante que se balanceaba a causa de la brisa que entraba por una ventana abierta. Le pareció que la lámpara se movía a un ritmo constante, y comprobó que el tiempo necesario para una oscilación completa era constante. (Para ello usó como control el ritmo de su pulso).

Las medidas que Galileo realizó pueden ser repetidas sin dificultad, usando el aparato conocido como *péndulo simple*, de masa pequeña. Por ejemplo, una bola de plomo, que está unida a un punto fijo mediante un hilo fino. Un método práctico para suspender el péndulo es sujetar el hilo entre dos prismas de vidrio. Así es posible variar la longitud del hilo, y comprobar su efecto sobre las oscilaciones.



El tiempo de oscilación de un péndulo simple es constante; pero si el hilo se acorta, el tiempo de oscilación se reduce.

La masa pesada se pone a oscilar y se mide el tiempo de varias oscilaciones —por ejemplo, diez—, mediante un cronómetro. Se comprueba que el tiempo necesario para cada oscilación es constante (a condición de que la longitud del péndulo, es decir, la distancia entre la masa y el punto de suspensión, permanezca constante). Además, se observa también que el tiempo periódico o tiempo de oscilación es independiente de la amplitud (mitad de la distancia entre los extremos del recorrido), a condición de que la amplitud sea pequeña, comparada con la longitud del péndulo.

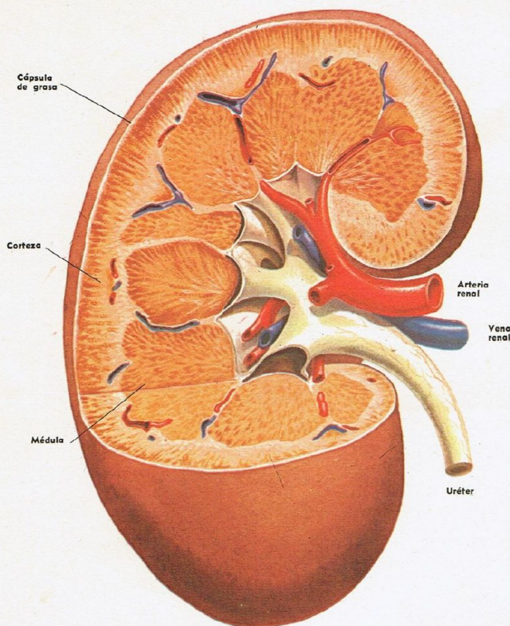
Si desplazamos el péndulo de su posición de equilibrio, no sólo lo apartamos lateralmente, sino que lo levantamos, alejándolo del centro de la Tierra. La energía *cinética* que se necesita para apartar la bola de su posición de equilibrio se convierte, al oscilar, en energía *potencial*. En cuanto se suelta, el péndulo cae, por la acción de la gravedad, perdiendo energía potencial, pero ganando energía cinética. Cuando pasa por la posición de equilibrio, toda la energía potencial se ha convertido en cinética, y la bola alcanza su velocidad máxima. Esta energía cinética es suficiente para desplazarla al otro extremo, hasta la misma posición en que se le había colocado.

El tiempo de oscilación, o tiempo periódico, puede aumentarse, aumentando la longitud del péndulo. Se observa que si la longitud se multiplica por cuatro (o sea, si de 25 cm., pasa a 100) el tiempo periódico pasa a ser doble. El tiempo periódico se puede multiplicar, incrementando la longitud original del péndulo nueve veces (o sea, en el caso del ejemplo anterior, llevarlo a 225 cm.).

Como consecuencia de esta periodicidad de movimientos, el péndulo se ha aplicado a la medición del tiempo, incorporándose al mecanismo de los relojes; por ejemplo, en los relojes de pared.

ENERGIA CINETICA Y ENERGIA POTENCIAL

La energía cinética es aquélla que posee un cuerpo, a causa de su "movimiento"; cuanto más de prisa se mueve, tanto más energía cinética tiene. La energía "potencial" es la que posee un cuerpo, a causa de su "posición"; cuanto más alejado se encuentre del centro de la Tierra, mayor es su energía potencial. Si un cuerpo se mueve hacia arriba, gasta energía cinética para vencer la fuerza de la gravedad; pero, al mismo tiempo, gana energía potencial. Si se le permite caer, gana energía cinética, a costa de su energía potencial.



Corte parcial de un riñón, una vez y media su tamaño, mostrando su estructura interna.

Si tenemos una hoguera encendida, y no la renovamos de vez en cuando para eliminar las cenizas, acabará por apagarse bajo los residuos acumulados de la combustión; éstos, en efecto, tienden a sofocar el fuego. En los organismos vivos, ocurre un fenómeno similar; en las células se producen combustiones, que proporcionan la energía necesaria para el trabajo muscular, la sustitución de los tejidos gastados y la construcción de nuevos tejidos; estas combustiones originan sustancias de desecho, que pueden quemarse de modo más completo con un suplemento de energía, como ocurre con el ácido láctico, o bien, deben eliminarse del organismo, para no entorpecer procesos vitales. Si las sustancias de desecho se acumulan, aparecen primero unos efectos nocivos (intoxicación) y, al final, se puede llegar a la muerte del organismo.

En los animales unicelulares, las sustancias de desecho se expulsan directamente al medio; en cambio, en los animales superiores y, en particular, en el hombre, existen unos órganos especiales encargados de la eliminación: los riñones.

En el hombre existen otras formas de excreción, que incluyen: la eliminación de CO_2 por los pulmones (cuando respira), la traspiración y el crecimiento de pelos y uñas. Sin embargo, la eliminación más importante, es decir, la verdadera *excreción* es la que lleva a cabo el riñón.

Nos equivocaríamos si creyéramos que el riñón sólo lleva a cabo la eliminación de elementos nocivos. En realidad, desempeña una función compleja, por la que controla la cantidad de agua que pasa al medio exterior (de particular importancia, en el caso de los animales terrestres), participa en la regulación del pH (o sea, el nivel de alcalinidad, o acidez) de la sangre, y en el balance general de los iones en la sangre y en todos los fluidos del cuerpo. También tiene la misión de retener todas las sustancias cuya pérdida perjudicaría al organismo (glucosa, aminoácidos, etc.).

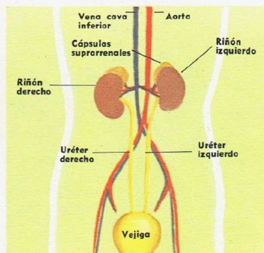
Cuando los riñones no trabajan de modo satisfactorio, los médicos pueden, en algunos casos, utilizar un riñón artificial, que realiza el trabajo del riñón, y, por tanto, también purifica la sangre del paciente.

ESTRUCTURA DE LOS RIÑONES

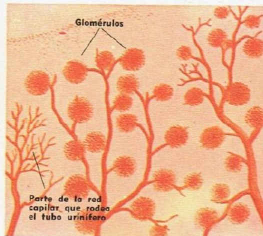
En el hombre, los riñones son unos órganos en forma de habichuela, de 10 cm. de longitud y 5 de anchura, de color rojo oscuro, y de superficie lisa. Se encuentran, en número par, uno a cada lado de la columna vertebral, en la región lumbar. De los riñones salen los *uréteres*, que conducen la orina a la *vejiga*

CÓMO TRABAJA EL RIÑÓN

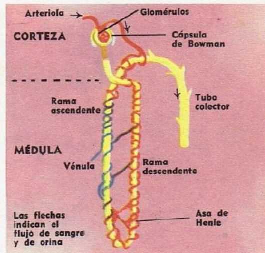
urinaria, de donde se expulsa por la *uretra* en el acto de la *micción.*
El corte frontal de un riñón muestra dos zonas principales: una *capa cortical,* de aspecto granuloso, y una *capa medular,* más interna, estriada radialmente. El conjunto se encuentra encerrado en una *cápsula* de grasa protectora. Al estudiar al microscopio las zonas cortical y medular, se observa que en ellas hay una gran cantidad de pequeños tubos, los *tubos uriníferos,* que constituyen la mayor parte del tejido del riñón. El tubo urinífero empieza en la zona cortical, por un extremo cerrado que se dilata, formando una ampolla, y que se puede comparar con el fondo de una botella de champán. Esta concavidad se conoce con el nombre de *cápsula de Bowman.* La segunda región es un tubo *contorneado,* que está seguido por una horquilla, cuyo vértice se encuentra en la capa medular; esta horquilla se llama *asa de Henle.* La rama descendente es de paredes finas; la ascendente, de paredes gruesas. Después de otra región, también muy contorneada, se llega al *tubo colector,* que desciende en línea recta en la capa medular, y se reúne con muchos tubos semejantes, para acabar desembocando en la pelvis renal. Comprendemos ahora el aspecto granular de la capa cortical, que se debe a los millones de cápsulas de Bowman que la forman, y el aspecto estriado de la capa medular, debido al gran número de tubos rectos, que van de la corteza a la médula.
El riñón está muy bien irrigado, puesto que es el encargado de purificar toda la sangre que circula en el organismo. La arteria renal penetra en el riñón en su parte central, y origina unas *arterias en arcada,* que se encuentran entre la capa medular y la cortical, y que presentan ramificaciones en las dos capas. Las que penetran en la capa cortical originan numerosas arteriolas; cada arteriola pe-



El sistema excretor del hombre, mostrando las relaciones entre los riñones, el aporte de sangre, los uréteres y la vejiga.



Una sección del tejido renal (gran aumento), en la cual se ha inyectado colorante en las arterias, mostrando claramente los nudos de capilares.

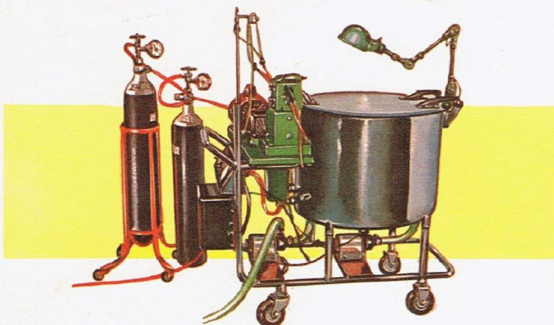


Esquema de un tubo urinífero, mostrando su trayectoria dentro de la corteza y la médula, y su riego sanguíneo.

netra en una cápsula de Bowman, y forma un complicado nudo de capilares, que reciben el nombre de *glomérulos de Malpighi*. Las vénulas que salen de las cápsulas de Bowman se reúnen en una red de capilares que rodea a los tubos uriníferos. Estos capilares acaban formando venas de mayor tamaño, cuya unión constituye la vena renal, que sale del riñón y desemboca en la vena cava inferior.

VEAMOS AHORA CÓMO FUNCIONA EL RIÑÓN

Por los riñones del hombre adulto circula, aproximadamente, en 1 minuto, 1 litro de sangre; es decir, una considerable parte de la cantidad de sangre impulsada por el corazón. La cantidad de líquido filtrado diariamente alcanza los 180 litros; para evitar la deshidratación, la mayoría de esta agua debe ser absorbida de nuevo. De hecho, lo es el 99 %. Las cápsulas de Bowman filtran todas las sustancias del plasma sanguíneo, que por su bajo peso molecular pueden atravesar fácilmente la membrana. En este filtrado *(orina primaria* u *orina bruta)* hay agua, sales minerales, glucosa y algunos aminoácidos, junto con productos urinarios: urea, ácido úrico y pigmentos, como la urobilina. La solución, en cambio, está desprovista de moléculas grandes (coloidales), demasiado gruesas para pasar a través de las paredes capilares de los glomérulos de Malpighi. Los tubos uriníferos regulan la concentración de esta orina bruta, reabsorbiendo una parte de estas sustancias, para devolverlas a la sangre. En las personas no enfermas se reabsorben, totalmente, la glucosa y parcialmente el agua, la sal común (de forma que la sangre conserve su salinidad normal de 9 por 1.000) y algunos aminoácidos. Esta absorción se hace principalmente en el "asa de Henle". La eliminación del agua, como la de ciertos iones vitales, está bajo la influencia directa de ciertas hormonas, y es la reabsorción en los túbulos la que de una manera específica se aumenta o se disminuye. Si hacemos medidas de las concentraciones de distintas sustancias en la sangre y en la orina, encontraremos diferencias curiosas. En la orina hay unas noventa veces más sulfato, unas nueve veces más potasio, y unas veinticinco veces más ácido úrico que en la sangre. La urea, que es la principal sustancia de desecho, se encuentra en la orina en una concentración setenta veces mayor que en la sangre. Sin embargo, aunque pueda parecer sorprendente, algo de urea se reabsorbe, porque debe haber cierta concentración en el plasma sanguíneo (aproximadamente, 0,03 %). En cuanto al amoníaco, la concentración en la orina es más de cuatrocientas veces superior a la concentración en la sangre; esto es consecuencia de que este producto de desecho se origina en el mismo riñón. Normalmente, en la orina no se encuentran glucosa, ácidos grasos, proteínas o bicarbonato, mientras que en la sangre alcanzan concentraciones importantes.



Un riñón artificial. La sangre del paciente se pasa por arrollamientos, situados en el depósito cilíndrico, donde se eliminan las sustancias de desecho.

Si hemos ingerido un exceso de agua, la reabsorción del líquido será pequeña, mientras que la de la sal es muy grande. La orina será abundante, muy clara y muy poco salada. Si, al contrario, no hemos bebido suficientemente, los tubos reabsorben una gran porción del agua filtrada por las cápsulas de Malpighi, y la orina será poco abundante, oscura y salada. Un término medio, para la cantidad de orina excretada diariamente, es de uno y medio a dos litros.

La función de las distintas partes de los tubos ha sido estudiada colocando finas pipetas en ellos, y sacando pequeñas muestras de fluido. Las diferencias de concentración de distintas sustancias, en diferentes regiones de los tubos uriníferos, permiten deducir la función propia de cada región.

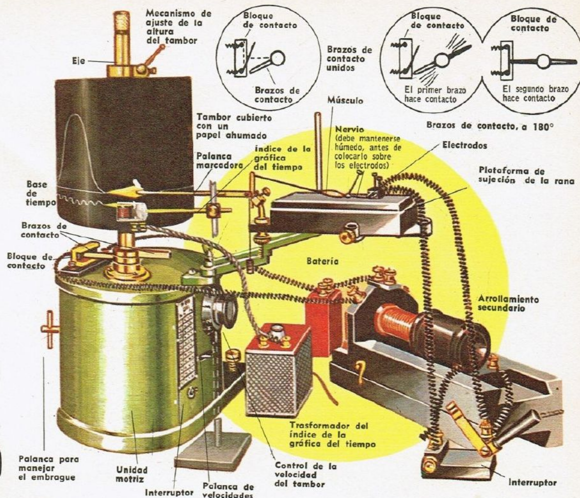
Los riñones poseen un metabolismo extraordinariamente intenso. El consumo de energía de ambos riñones representa de 1/20 a 1/10 del consumo total en reposo, a pesar de que su peso sólo es de alrededor de 1/200 del peso corporal. El consumo de energía por unidad de peso es mayor que en los demás órganos. El riñón produce un trabajo osmótico, pero no es suficiente para justificar el alto consumo energético. Debemos suponer que los procesos de absorción y secreción necesitan reacciones auxiliares que consumen energía. La selectividad del transporte de sustancias, a través de las células epiteliales de las túbulos, debe ser obtenida a costa de un rendimiento energético bajo. Se comprueba, además, que aparte de su función excretora, que representa la actividad principal, el riñón participa en numerosas trasformaciones importantes para el metabolismo total.

Hasta ahora hemos considerado únicamente lo que ocurre en el caso de una persona normal. En ciertos casos patológicos, la orina debe tener una composición diferente de lo normal. No olvidemos, sin embargo, que la composición de la orina varía de modo considerable con el tipo de dieta que consume una persona. Por el ejemplo, el contenido de nitrógeno, en la orina, es mucho mayor en una persona que consume una dieta rica en proteínas que en otra que toma una alimentación rica en fécula, sobre todo, debido a una producción incrementada de la urea.

En los artríticos suelen aparecer en la orina cristales de ácido úrico. Los cristales están coloreados en amarillo por colorantes absorbidos. Las orinas neutras, o ácidas, pueden precipitar también uratos ácidos, coloreados en amarillo o rojo, que, a diferencia de los demás sedimentos, se disuelven por calentamiento de la orina. En ciertas circunstancias, los sedimentos pueden dar lugar a la formación de concreciones, *cálculos urinarios*. Los cálculos de oxalato cálcico, y de fosfatos son los más frecuentes. La formación de cálculos está influida por la alimentación y por alteraciones en el metabolismo.

En los casos de *diabetes*, suele producirse la *glucosuria*, o paso de la glucosa a la orina. Otras afecciones son la *acetonuria* (paso de acetona), la *fosfaturia* (excesos de fosfatos) y, finalmente, cuando la orina lleva sangre, *hematuria*. La insuficiencia renal determina la acumulación de urea en la sangre, fenómeno llamado *uremia*.

EL USO DEL KIMÓGRAFO



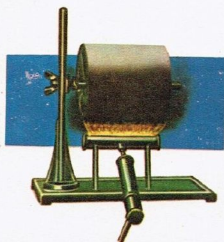
Un lápiz o una pluma, con movimiento de vaivén sobre una hoja plana de papel (que se desliza trasversalmente en una mesa) dibuja una línea ondulada.

Un kimógrafo no es, en esencia, más que un cilindro recubierto de papel, en el que se registran los movimientos de una palanca. El cilindro es accionado por un motor eléctrico, y gira a una determinada velocidad, dentro de unos límites. A la mencionada palanca pueden acoplarse, mediante un hilo, un músculo aislado, intestino, corazón, o cualquier tejido que se contraiga. Durante la contracción, se mueve la palanca y, como el cilindro gira, resulta una línea característica en el papel. El papel puede ser negro ahumado, y entonces la palanca marca un trazo blanco (de manera parecida a como se realizan ciertos grabados). Si el papel es blanco, se utiliza una pluma, unida a un depósito de tinta, con lo que resulta una línea negra.

El kimógrafo se utiliza mucho en la investigación, y en la enseñanza de ciertas técnicas. Entre sus aplicaciones, se encuentra la que hacen los productores de medicamentos cuando ensayan con animales. Registran en diagramas kimográficos los efectos de las medicinas. También se usan en la investigación médica.

La ilustración muestra el aparato, con todos los accesorios para registrar una contracción muscular (moviéndose el tambor). El nervio que inerva el músculo se estimula eléctricamente y, cuando el músculo se contrae, se obtiene el trazo representado. El motor que mueve el tambor se acciona mediante el interruptor de la derecha. Una palanca, a la izquierda, permite accionar el embrague, y así se detiene el movimiento del aparato. El disco graduado de la derecha, marcado de 1 a 12, permite engranar distintos piñones, que aumentan o disminuyen la velocidad. La palanca situada por debajo puede ponerse en la posición rápida o en la lenta, permitiendo una distribución de velocidades, que en este modelo va desde una revolución cada 13 horas a una revolución cada 0,8 segundos. La velocidad elegida depende del tipo de experimento a realizar. La palanca en la parte superior del cilindro sirve para ajustar su altura con la de la aguja, para que se dibujen, si es necesario, varios trazos en cada pieza de papel. El papel se sujeta al tambor con una goma o mediante pinzas especiales. En la base del eje hay dos brazos de contacto, que giran con él. Cuando pasan por el bloque de contacto, el circuito con el músculo se completa y éste se estimula. El brazo superior es fijo, pero el inferior se desplaza, y así se puede suministrar un "shock" por revolución, si los brazos van juntos, o dos, si están separados. Si se modifica el ángulo entre ellos, varía el tiempo entre dos contactos. El tejido bajo ensayo puede estimularse también con independencia del movimiento del tambor, conectándolo directamente, a través del arrollamiento secundario y batería, y separando el bloque de contacto del tambor.

Un contador especial (o un diapasón vibrando, sujeto al tambor) marca intervalos de tiempo y la duración de la contracción, número de contracciones por minuto, latidos, etc., que pueden leerse de esta manera.



El papel del tambor se ennegrece usando un mechero en el que se ha colocado un depósito de benceno. Esto hace que la llama produzca mucho humo; después de haber obtenido un trazo, éste se fija por medio de un barniz, que evita la suciedad, protegiendo el registro.



LAS MALAS HIERBAS

Las amapolas entre el trigo, las margaritas en un prado y la hierba en una pista de arena tienen algo en común: crecen cuando no se desea. En otro lugar, estas plantas serían muy bien vistas como constituyentes naturales y embellecedores del paisaje; pero, en este caso son *malas hierbas*, plantas que crecen fuera de su sitio. Casi todos los "habitats" que ha hecho el hombre tienen sus malas hierbas típicas (por ejemplo, los setos vivos); pero las más importantes, por sus consecuencias, son las que crecen en las tierras de cultivo. Al crecer las malas hierbas, compiten con las plantas útiles y las dañan.

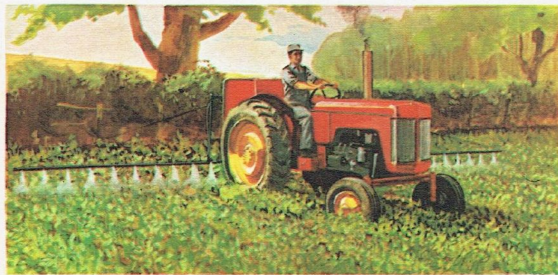
Las malas hierbas pueden perjudicar a las plantas de muy diversas maneras. Las partes aéreas compiten por la luz; las subterráneas compiten en la toma de alimentos del suelo. Tal competencia es particularmente peligrosa si la infestación se produce en los primeros momentos del crecimiento. Algunas de estas hierbas son venenosas para el ganado, y otras pueden teñir la leche, si son ingeridas por las vacas. Pueden también actuar como agentes trasmisores de plagas, que dañan las cosechas, y además parasitarlas (cuscuta, orobanca). En lugares no agrícolas, asimismo, constituyen un peligro: por ejemplo, en las vías de ferrocarril, en carreteras, en zonas industriales, etc.

Desde el momento en que se empieza a labrar la tierra, deben tomarse medidas para eliminar las hierbas que puedan surgir y ahogar la cosecha. En la actualidad, hay dos métodos para combatir las malas hierbas: el químico o el de cultivo. Los métodos de cultivo eran los únicos que, hasta hace poco tiempo, podía usar el campesino y, por lo tanto, los exponemos en primer lugar.

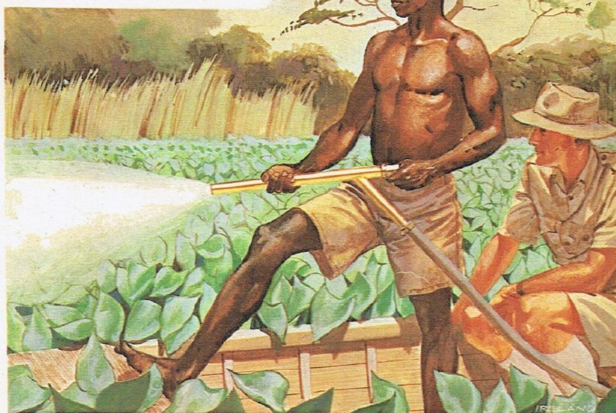
Desde los primeros tiempos, y hasta hace relativamente poco, arrancarlas a mano y la sachadura eran los únicos métodos para librarse de ellas. Estos métodos sólo podían usarse en pequeña escala y no era posible un avance eficaz, hasta que se hizo corriente la práctica de sembrar en línea, en vez de hacerlo a voleo. En el siglo XVIII, un inglés, Jethro Tull, inventó una máquina (escardadora o sachadora), que era capaz de hacer un surco entre plantas que estaban creciendo. El caballo, que originalmente movía



Cultivo entre surcos, para eliminar las malas hierbas en una plantación de remolacha.

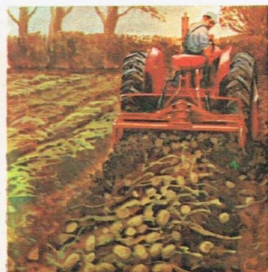


Pulverizando los tallos de papa con ácido sulfúrico diluido se matan los tallos y, de esta manera, la recolección de los tubérculos es más fácil.


La lila del diablo, que ha invadido algunos ríos tropicales, puede eliminarse, en alguna extensión, pulverizando con 2,4-D.

este artefacto, ha sido sustituido por un tractor, y las técnicas han mejorado bastante. Sin embargo, este método sólo podía aplicarse en plantaciones en las que los surcos eran bastante anchos, como en el caso de la remolacha y otras hortalizas. Las hierbas, en el surco, debían ser eliminadas a mano. No era posible realizar esta labor en la sementera de cereales, sembrados en surcos demasiado cercanos, pero los herbicidas químicos resolvieron el problema.

Una medida importante en los cultivos de cereales, era usar sólo semillas "limpias", es decir, semillas sin gérmenes de malas hierbas. Antes de que se reconociera la importancia de sembrar semillas limpias, se sembraban en los cultivos grandes cantidades de semillas de malas hierbas y se contribuía, de esta forma, a mantener una gran densidad de malas hierbas, y a su dispersión en terrenos en los que no se habían instalado. Actualmente, la mayoría de los países tienen leyes que prohíben la siembra y la venta de semillas con un determinado porcentaje de semillas de malas hierbas. Hasta hace poco, los suelos en los que se habían cultivado cereales se consideraban suelos "sucios", en los que las malas hierbas aumentaban a medida que crecían los cereales. El agricultor puede combatir las malas hierbas con la rotación de cultivos y con el barbecho.


Los tallos marchitos y las hojas no entorpecen la acción de una cosechadora de papas.


El ácido sulfúrico resbala por las hojas de los cereales y permanece en las de las malas hierbas.

Los cultivos de rotación, típicos, pueden incluir dos o tres siembras de cereales, en las que las malas hierbas se multiplican, y luego una siembra de plantas de surco, como papas, remolacha, etc., que se cultivan varias veces, para eliminar las hierbas dañinas, con lo cual el terreno queda limpio, ya que estos cultivos tienden a ahogar las hierbas bajo su espesa capa de follaje, y dejan el suelo fértil y limpio. Las diferentes épocas de siembra y cultivo, en la rotación, ayudan a reducir las malas hierbas, porque interrumpen su ritmo de crecimiento.

Existen dos tipos principales de malas hierbas: las de crecimiento rápido, anuales, como la amapola, la manzanilla loca, la pamplina, etc.; y las de hojas fuertes, perennes, como la grama, los cardos, etc. Al contrario de lo que sucede con las anuales, las perennes pueden regenerarse a partir de las raíces, si se cortan sus partes aéreas. Por esto es difícil eliminarlas y, allí donde surgen, el agricultor recurre, normalmente, al sistema de barbecho. Este sistema une a una labor de arado profunda en invierno, seguida de una de rastreado, el cultivo periódico. La labor del arado trae a la superficie una gran parte de los órganos subterráneos de la planta, que son destruidos al sacarlos al sol en el verano, mientras que los cultivos inducen la germinación de las plantas anuales, una vez eliminadas las malas hierbas por la acción de las gradas o rastras.

Este sistema de barbecho hace perder una cosecha cada año y, por lo tanto, es

muy gravoso. Un sistema mucho más práctico es el llamado *limpieza del rastrojo*. En éste, se siembra una semilla ligera después de la cosecha, para favorecer la germinación de ciertas plantas. Éstas mueren más tarde, en invierno, o se eliminan por una labor de arado, antes de que hayan producido semillas.

Pero los resultados más espectaculares se han conseguido a partir del descubrimiento de agentes químicos que eliminan las plantas perjudiciales y no atacan a los cultivos. Ciertos agentes químicos, como el ácido sulfúrico y el sulfato de cobre, se conocían como herbicidas, en ciertas condiciones. Pero fue en el año 1940, en que se descubrieron los llamados *compuestos de regulación del crecimiento*, cuando se alcanzó la victoria contra las malas hierbas.

Estos compuestos son análogos a ciertas hormonas de crecimiento de las plantas. Si se aplican en cantidad suficiente a las hojas, penetran en éstas y llegan a diversas partes de las plantas, donde intervienen en los procesos vitales, interrumpiendo el crecimiento y causando la muerte de la planta dañina. Ejemplos de estos compuestos son los ácidos cloro-fenoxiacéticos, de los cuales se usan mucho el MCPA (4-cloro-2-metil-fenoxiacético), y el 2,4-D (dicloro-fenoxiacético).

Usándolos en el momento oportuno, y en la cantidad apropiada (de 750 g. a kilo y medio, por cada 40 áreas), tienen la importante propiedad de ser *selectivos*. En este caso, actúan sobre plantas con hojas anchas; pero no contra los miembros de una familia de tipo herbáceo (por ejemplo, el trigo, u otros cereales). Esto hace posible el uso de los compuestos para eliminar ciertas plantas de hoja ancha, que nacen entre los cereales. Hasta hace poco, era corriente ver campos de trigo con las flores rojas de las amapolas, o las amarillas del nabo silvestre. Estas plantas son muy sensibles a la acción del MCPA y del 2,4 D, y pueden eliminarse fácilmente con ellos, de tal forma que hoy día son raros los campos que presentan alguna de estas dos semillas. El MCPA y el 2,4-D se usan hoy en todo el mundo, y su contribución al incremento de las cosechas ha sido extraordinaria.

Con otros compuestos, descubiertos posteriormente, se ha diversificado la acción contra las malas hierbas. Relacionados con los fenoxiacéticos, se han desarrolado algunos que se usan contra tipos particulares de plantas; así, los ácidos fenoxibutíricos clorados, que son menos dañinos contra los tréboles, se pueden utilizar, por tanto, para cultivos conjuntos de cereales y trébol.

La acción de los herbicidas es importante en las pasturas, donde ciertas plantas pueden causar serios perjuicios. Por ejemplo, los ranúnculos, que reducen mucho el valor de un prado.

Hasta aquí sólo hemos tratado los compuestos fenoxiacéticos. Para considerar otros tipos, vamos a agruparlos según su modo de acción.

El primer tipo incluye los llamados *herbicidas de contacto*. Ya hemos citado el ácido sulfúrico. Otros ejemplos son los nitrocompuestos DNOC (3,5-dinitro orto-cresol), el *dinoseb* (2,4-dinitro-6-sec-butil-fenol), y los nuevos herbicidas, de bipiridilo, *diquat* (1,1-etilén-2,2-bipiridilo) y *paraquat* (1,1-dimetil-4,4-bipiridilo). Todos estos herbicidas destruyen aquellas partes de las plantas con las que entran en contacto, y actúan rápidamente. No son transportados por la savia. Los nitrocompuestos son muy efectivos contra los yuyos en la sementera de cereales, alfalfa y arvejas, pero su uso está decayendo porque son muy tóxicos. En cambio, se está incrementando el uso del diquat y, especialmente, del paraquat. Son mucho menos venenosos y tienen, además, la ventaja de que se descomponen rápidamente en el suelo. El diquat se usa para eliminar los tallos de la papa, antes de sacarla, y el paraquat parece que tiene interés en la eliminación de ciertos céspedes, lo que permite sembrar sin una labor previa de arado.

El otro grupo de herbicidas incluye aquellos que se aplican en las hojas, y luego se introducen en el interior de la planta. El MCPA y el 2,4-D se han mencionado ya. Otros ejemplos son los compuestos fenoxipropiónicos y fenoxibutíricos, que son eficaces sobre un cierto tipo de plantas de hojas anchas; el *dalapon* (2,2-dicloropropiónico) y el TCA (ácido tricloroacético), que actúan contra las hierbas, y el *amino triazol*, cuya actividad afecta a la mayoría de las plantas.

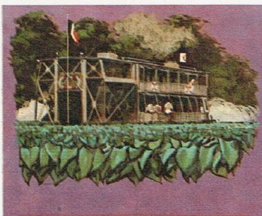
Los herbicidas que se introducen en el interior de la planta son más lentos en su acción, y por esto no se usan contra plantas que aparecen entre el tiempo de la siembra y de la germinación.

El último tipo de herbicidas es en el que se incluyen los que actúan en el suelo. Este grupo tiene una importancia creciente y contiene varios compuestos. En general, son bastante insolubles y actúan más por las raíces que por las hojas de la planta. Se suelen aplicar en los suelos desnudos, penetran en las raíces de las malas hierbas y las matan cuando salen a la superficie. Como ejemplo tenemos la familia de herbicidas de las triazinas, la fenilurea y el grupo del fenil carbamato. Las triazinas ofrecen un excelente ejemplo de acción selectiva en el caso de la *simazina* (2-cloro, 4,6-bis-etilamino-1,3,5-triazina) sobre el maíz. El maíz transforma la simazina (que es venenosa) en un derivado inocuo, pero las demás plantas no pueden transformarla. Por lo tanto, la simazina puede aplicarse al maíz en dosis suficientemente elevadas para eliminar una gran variedad de plantas perjudiciales, sin peligro para la cosecha. Esto ha hecho posible eliminar plantas antes comunes en los cultivos de maíz, y, sobre todo, la competencia de las hierbas dañinas en la época en que el maíz empieza a desarrollarse. Estos compuestos se aplican al suelo poco tiempo después de la siembra; así se eliminan las malas hierbas que están germinando, y el cultivo crece sano y sin impedimentos. Como son muy insolubles, tienden a permanecer en el suelo durante mucho tiempo, y previenen las infecciones durante todo el año.

ELIMINACIÓN TOTAL

Sobre terrenos no agrícolas, ciertos compuestos, como el clorato sódico, los boratos, la fenil urea y la simazina, aplicados en gran cantidad, pueden eliminar toda la vegetación existente y persisten en el suelo durante dos años o más.

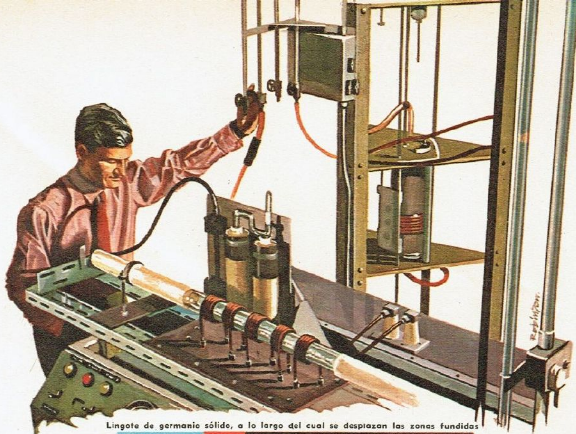
Con estos compuestos es posible mantener libres de hierbas las carreteras, las líneas de ferrocarril, etc., y por un espacio de tiempo relativamente grande.



PLANTAS ACUÁTICAS NOCIVAS

Hace algunos años, la planta canadiense "Elodea canadensis" presentó un serio problema en Gran Bretaña. Recientemente, el jacinto acuático "Eichhornia crassipes" ha cubierto en África grandes extensiones de terreno, y se han gastado sumas importantes en su extinción. La planta forma vastas masas flotantes que pueden, o no, estar unidas a las orillas. Las hojas salen claramente del agua; las partes que se rompen (propágulos) se transforman en nuevos individuos, y la infestación se propaga rápidamente.

La navegación se hace prácticamente imposible en los ríos afectados por la infestación. La fauna encuentra el mismo inconveniente y, además, los animales no pueden beber libremente. Cuando las hojas emergen a la superficie, es posible y efectivo rociarlas con herbicidas, como el 2,4-D. Las plantas sumergidas se combaten mejor por medio de una siega y, luego, dragando. Un tratamiento químico de las aguas de un río no debe causar daños a los peces, ni debe tener consecuencias sobre la potabilidad de las aguas que se toman en las partes inferiores del curso.





La técnica de refinado por zonas, en la que se obtiene germanio de una gran pureza. Las impurezas se concentran en la zona estrecha del metal fundido, que lentamente recorre la barra de metal.

EL GERMANIO

En la tabla periódica de los elementos que publicó Mendeleiev en 1871, quedaban unos espacios en los que se colocarían los elementos desconocidos en aquel tiempo. Entre estos espacios figuraba uno, en el grupo IV, vecino del silicio.

Mendeleiev realizó una aplicación importante de su ley periódica, al predecir la existencia de una serie de elementos que todavía no se habían descubierto y que, por lo tanto, correspondían a espacios en su tabla.

Los denominó eka-boro, eka-sicilio, eka-manganeso, dvi-manganeso, y eka-tantalo. (En sánscrito, estos prefijos significan primero y segundo, respectivamente). Tres de estos elementos se descubrieron rápidamente y uno de ellos fue el germanio (descubierto en 1886, por Clemente Winkler), que correspondía al eka-silicio. Sus propiedades, y las de sus compuestos, se parecían extraordinariamente a las predichas por Mendeleiev.

DESCUBRIMIENTO DEL GERMANIO

Es curioso observar que tres elementos del sistema periódico (escandio, galio y germanio), fueran descubiertos gracias a las predicciones del gran sabio ruso Mendeleiev, y dentro de los quince años siguientes a éstas.

Clemente Alejandro Winkler había nacido en Freiberg, en 1838, y su padre era director de una fábrica de esmaltes. Estudió mineralogía y química, y realizó estudios sobre las reacciones en las torres de Gay-Lussac, para la obtención de ácido sulfúrico. Inventó la bureta para el análisis volumétrico de gases.

Winkler se hizo profesor de análisis en Freiberg, y aquí puede decirse que comienza la historia del *germanio*.

En 1885 se encontró en la mina Himmelsfürst, cerca de Freiberg, un mineral nuevo, al que se denominó *argirodita*. Se hizo un análisis, y Winkler, por encargo de su descubridor, lo repitió, observando que sus resultados concordaban con los obtenidos en el otro análisis, aunque eran invariablemente inferiores en un 7 % por lo que dedujo

VEAMOS UNA COMPARACIÓN ENTRE LAS PROPIEDADES PREDICHAS Y LAS DEL GERMANIO

PREDICCIONES DE MENDELEIEV (eka-silicio, 1871)	PROPIEDADES OBSERVADAS (germanio, 1886)
Peso atómico, alrededor de 72.	Peso atómico, 72,60.
Obtención, a partir del óxido, o del K_2EsF_6, por reacción con sodio.	El Ge se puede obtener por reacción del K_2GeF_6 con sodio.
Será gris oscuro, tendrá punto de fusión elevado, y densidad 5,5.	El Ge es gris, con un punto de fusión de 958°C, y una densidad de 5,36.
Los ácidos le atacarán ligeramente, y resistirá los álcalis, como la sosa.	El Ge no se disuelve en HCl, ni en NaOH, aunque sí lo hace en NO_3H concentrado.
Al calentar el eka-silicio, se formará óxido, con punto de fusión elevado y una densidad de 4,7.	El Ge forma GeO_2, al reaccionar con el oxígeno. El óxido formado tiene un punto de fusión de 1.100°C, y una densidad de 4,7.
El sulfuro será insoluble en agua, pero fácilmente soluble en sulfuro amónico.	El sulfuro de germanio es insoluble en agua y en ácidos diluidos, pero se disuelve fácilmente en sulfuro amónico.
El tetracloruro de eka-silicio será un líquido volátil, con punto de ebullición un poco inferior a 100°C, y una densidad aproximadamente de 1,9.	El $GeCl_4$ es un líquido volátil, con punto de ebullición a los 86°C, y densidad 1,88.

la existencia de un elemento nuevo. Winkler intentó aislarlo una y otra vez, haciendo fusiones con carbonato sódico y azufre, y acidulando *ligeramente* el filtrado con ácido clorhídrico. Prosiguiendo sus ensayos, el elemento, en último término, se le escapaba de las manos. Repitió el mismo tratamiento, y el resultado fue siempre desalentador. Después de meses de experimentación, un día, realizando la fusión, desalentado y abatido, vertió con indiferencia una *gran cantidad* de ácido clorhídrico. Al momento vio sorprendido que se formaban unas escamas blancas y pesadas. Siguió trabajando y, por fin, logró aislar el elemento, al que llamó *germanio*.

La volatilidad del cloruro explica por qué Winkler perdía el elemento en sus ensayos, pues al evaporar el filtrado de la fusión, éste se desprendía y sólo quedaba cloruro sódico.

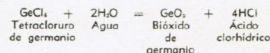
El germanio se consideró como una curiosidad científica hasta que, casi por casualidad, se descubrieron sus propiedades como semiconductor. Aunque es un elemento poco abundante se usa en grandes cantidades para la construcción de rectificadores y transistores.

El germanio se aisló —como ya se ha dicho— de un mineral de plata raro, la *argirodita* ($Ge_2S_2 . 4\,Ag_2S$), que se extrae en Alemania, aunque también se encuentra en ciertos carbones, como los de Northumberland en Gran Bretaña. El germanio puede recuperarse de las cenizas que quedan después de la combustión, o del hollín de chimenea de las coquerías. Estos hollines contienen hasta un 3 % de germanio.

Para extraer el germanio de los hollines se mezclan con carbón pulverizado y carbonato sódico anhidro, calentando el conjunto en un horno de fuel-oil. Como resultado de esta operación, llamada *fundido*, se obtiene una masa sólida, que contiene cobre, arsénico, germanio y galio. Cuando la mezcla está fundida, algunas impurezas forman una capa de escoria, que, por ser menos densa que los metales, flota, permitiendo su separación.

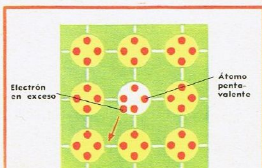
La masa metálica se tritura, se calienta y, a continuación, se la somete a una corriente de cloro. Se forma, en el proceso, tetracloruro de germanio y tricloruro de arsénico, que a la temperatura ambiente son volátiles y se recogen en un condensador. El tetracloruro de germanio tiene el punto de ebullición más bajo que el del arsénico, y se separa de éste por destilación fraccionada (punto de ebullición del tetracloruro de germanio 86°C; punto de ebullición del tricloruro de arsénico 130°C).

El tetracloruro de germanio purificado se trasforma por hidrólisis en bióxido de germanio:



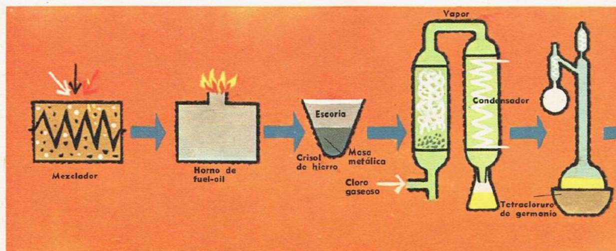
Después de filtrado, el bióxido de germanio pulverulento se calienta en una corriente de hidrógeno, y se reduce a germanio metálico.

Para su uso en transistores, el germanio debe ser de una elevada pureza y, por tanto, es necesario refinarlo; esto se consigue con la técnica de *refinado por zonas*. Una zona estrecha del metal, en lingote, se calienta a su temperatura de fusión (958°C), usando un arrollamiento de alta frecuencia. El arrollamiento se mueve lentamente a lo largo del metal, produciendo la fusión de la zona que calienta. El germanio tiende a cristalizar en forma pura, mientras que



El germanio del tipo "n" contiene, como impurezas, trazas de un elemento pentavalente.

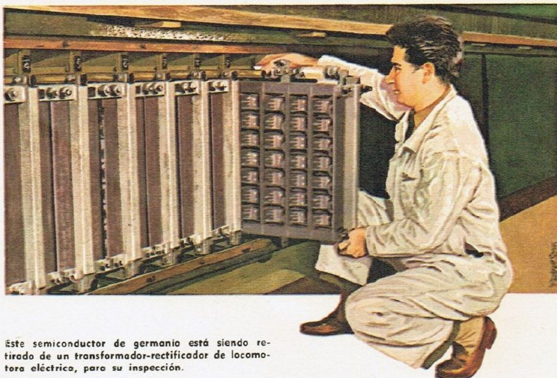
OBTENCIÓN DEL GERMANIO



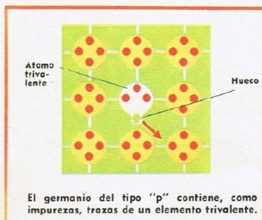
las impurezas se van concentrando en la zona fundida, que se desplaza de un extremo a otro del lingote, con el movimiento del arrollamiento. Después de repetir la operación varias veces, se obtiene un lingote de gran pureza. La purificación de 2 Kg. de germanio, sometido a seis zonas calefactoras, requiere siete horas de labor.

El germanio es un sólido cristalino, blanco grisáceo, con brillo metálico. No es atacado por el ácido clorhídrico, el sulfúrico diluido, ni la sosa cáustica concentrada. Sin embargo, reacciona con ácido nítrico concentrado y con una solución diluida de hidróxido sódico. El germanato sódico (Na_2GeO_3) se forma cuando reacciona con sodio fundido. El germanio forma dos series de compuestos: los germanosos y los germánicos: en los primeros, su valencia es *dos;* y, en los segundos, *cuatro*. En este aspecto se parece al cinc, que también forma dos series de compuestos.

Existen dos óxidos de germanio, y los dos son *anfóteros*, es decir, se comportan como óxidos ácidos y básicos. El germanio forma también una serie de hidruros, que se parecen a los de silicio. Como ya se ha dicho, el germanio se utiliza principalmente en electrónica, para rectificadores y transistores, entre otras aplicaciones. Tiene una estructura cristalina semejante a la del diamante —los cuatro enlaces de valencia están unidos a cada uno de los cuatro átomos



Este semiconductor de germanio está siendo retirado de un transformador-rectificador de locomotora eléctrica, para su inspección.



El germanio del tipo "p" contiene, como impurezas, trazas de un elemento trivalente.

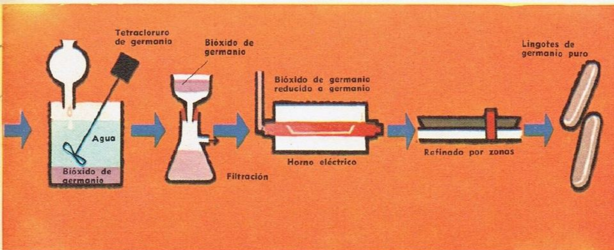
de germanio vecinos—. El germanio muy puro es un mal conductor de la electricidad; pero si tiene trazas de un elemento trivalente, o pentavalente (como indio o arsénico), su conductividad aumenta.

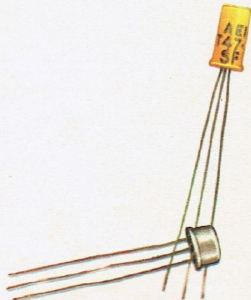
Si se añade una pequeña cantidad de un metal pentavalente, como arsénico o antimonio, los átomos de éstos reemplazan algunos átomos de germanio en la red cristalina. Estos átomos contribuyen con cinco electrones, a diferencia del germanio, que contribuye con cuatro: de esta forma, por cada átomo de impureza hay un electrón en exceso, disponible para el trasporte de corriente. Cuando hay carga neta *negativa* libre, el germanio se denomina germanio tipo-*n*.

Si se añaden trazas de indio, o de aluminio, aparecen huecos (hay una deficiencia electrónica) que rodean a cada átomo trivalente. Esto también permite el paso de la corriente. El germanio se llama, en esta ocasión, germanio tipo-*p*, pues la deficiencia electrónica es, entonces, equivalente a una carga *positiva*. Una pequeña pieza de cada uno (tipos *n* y *p*), unidas íntimamente, tienen propiedades rectificadoras semejantes a las de un diodo, y sólo permiten el paso de la corriente en un sentido. Sin embargo, con una pieza de un tipo incrustada entre dos del otro tipo, se obtiene un artificio semejante al triodo. Estos artificios se conocen con el nombre de *transistores*.

Tales rectificadores no sólo se usan en radio y televisión, sino también en rectificadores de fuerza para tracción eléctrica. Locomotoras que llevan rectificadores de germanio han sido probadas en Gran Bretaña.

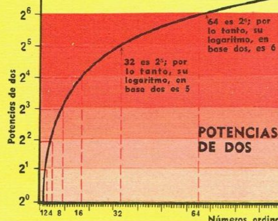
El germanato de magnesio ($MgGeO_3$) se usa en revestimientos de lámparas fluorescentes, para añadir rojo a la luz emitida. Una aleación de oro y germanio se usa como soldadura en aparatos electrónicos (composición, 88 % de oro y 12 % de germanio). La dureza de las aleaciones de aluminio puede mejorarse por adición de germanio.





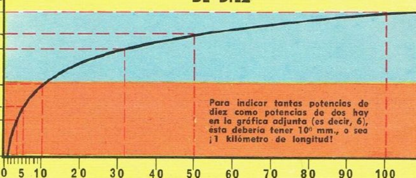
LOS LOGARITMOS

QUÉ ES UN LOGARITMO



Número	Potencias de diez	Log. en base diez
100	10^{2}	2
50	$10^{1{\cdot}6990}$	1·6990
31·62	$10^{1{\cdot}5}$	1·5
10	10^{1}	1
5	$10^{0{\cdot}6990}$	0·6990
3·162	$10^{0{\cdot}5}$	0·5
1	10^{0}	0

POTENCIAS DE DIEZ



Los logaritmos ordinarios se llaman de "base" 10 porque los logaritmos son las potencias de diez. 100 es 10^2; y el logaritmo de 100 es 2. Pero se puede utilizar cualquier número como base de un sistema de logaritmos. 2 es la base de los logaritmos binarios. 8 es 2^3; por lo tanto, el logaritmo de 8, "en base" 2, es 3.

CÓMO BUSCAR UN LOGARITMO

Las tablas de logaritmos pueden tener los logaritmos colocados de modos distintos. La forma más corriente, para tablas de cuatro decimales (que dan la mantisa del logaritmo con cuatro cifras exactas, y que son lo suficientemente precisas para la mayoría de los casos), es la que se presenta en la ilustración.

Para encontrar, por ejemplo, el logaritmo de 1,145, se buscan las dos primeras cifras en la columna que se encuentra en la parte izquierda de la página. La línea horizontal, encabezada por 1,1, da todos los logaritmos de los números comprendidos entre 1,10 y 1,19. Se sigue esta línea horizontal hasta que se encuentra la columna vertical, encabezada por 4, que es la cifra siguiente de nuestro número. El número que se encuentre en la intersección (0,0569) es el logaritmo de 1,140. La cantidad que se debe añadir para tener en cuenta la última cifra, se encuentra en la columna auxiliar de diferencias, situada en la parte derecha de la página. El logaritmo de 1,145 es ligeramente mayor que el de 1,140; la diferencia se encuentra en la columna, en la parte derecha, debajo del número 5; en este caso, 19; entonces, el logaritmo de 1,145 es

$$0{,}0569 + 0{,}0019 = 0{,}0588.$$

Todos los logaritmos se hallan del mismo modo, pero las tablas dan únicamente las mantisas. La característica se encuentra directamente. 1,145 está comprendido entre 1 y 10; su característica es, pues, 0. La característica de 11,45 (10 × 1,145) será 1, y, por lo tanto, su logaritmo es 1,0588.

La utilización de los logaritmos simplifica la multiplicación, la división y una serie de operaciones matemáticas, al convertir la multiplicación en suma y la división en resta. Las tablas de logaritmos, que se encuentran en la mayoría de los libros de tablas matemáticas, están basadas en las *potencias de 10* (tomo V, pág. 113). 10 es la primera potencia de 10, y se puede escribir como 10^1; su logaritmo es, pues, 1. El logaritmo de 1 (o sea 10^0) es 0, y el logaritmo de cualquier número inferior a 1 es menor que 0, es decir, negativo.

Todos los números tienen logaritmos —o sea, pueden expresarse como potencias de 10—. Naturalmente, no todos son potencias de números enteros, como los que tenemos en las series:

$$\frac{1}{100} \quad \frac{1}{10} \quad 1 \quad 10 \quad 100$$

Que pueden escribirse en forma de decimales

$$0{,}01 \quad 0{,}1 \quad 1{,}0 \quad 10{,}0 \quad 100{,}0$$

o en forma de potencias

$$10^{-2} \quad 10^{-1} \quad 10^{0} \quad 10^{1} \quad 10^{2}$$

o en forma de logaritmos

$$-2 \quad -1 \quad 0 \quad 1 \quad 2$$

El número 5, que se encuentra entre 1 y 10, tiene un logaritmo comprendido entre 0 y 1. No existe un método sencillo para determinar exactamente cuál es el logaritmo —se puede deducir, o bien de una fórmula matemática complicada, o bien de una curva logarítmica—. El logaritmo de 5 es, en realidad, 0,6990, o sea, $5 = 10^{0{,}6990}$.

El logaritmo de 10 (10^1) es 1; el logaritmo de 100 (10^2) es 2; por lo tanto, el logaritmo de cualquier número, entre 10 y 100, debe estar comprendido entre 1 y 2.

Entonces, $50 = 10 \times 5$

$10 = 10^1$; $5 = 10^{0{,}6990}$

Luego, $50 = 10^1 \times 10^{0{,}6990}$

Para *multiplicar* dos números expresados como potencias de 10 hay que sumar los exponentes. Luego

$$50 = 10 \times 5 = 10^1 \times 10^{0{,}6990} = 10^{(1 + 0{,}6990)} = 10^{1{,}6990}$$

Los logaritmos de *todos* los números, entre 10 y 100, deben ser mayores que 1 y menores que 2, y los logaritmos de todos los números, entre 100 (10^2) y 1.000 (10^3), deben ser mayores que 2 y menores que 3.

$$500 = 5 \times 100 = 10^{0{,}6990} \times 10^2 = 10^{(2 + 0{,}6990)} = 10^{2{,}6990}$$

Entonces, log 500 = <u>2,6990</u>

Con estos ejemplos, se puede ver que el logaritmo de cualquier número está formado por dos partes: la parte *anterior* a la coma, que se llama *característica*, y la parte

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1·0	·0000	0043	0086	0128	0170	0212	0253	0294	0334	0374	4	8	12	17	21	25	29	33	37
1·1	·0414	0453	0492	0531	0569	0607	0645	0682	0719	0755	4	8	11	15	19	23	26	30	34
1·2	·0792	0828	0864	0899	0934	0969	1004	1038	1072	1106	3	7	10	14	17	21	24	28	31
1·3	·1139	1173	1206	1239	1271	1303	1335	1367	1399	1430	3	6	10	13	16	19	23	26	29
1·4	·1461	1492	1523	1553	1584	1614	1644	1673	1703	1732	3	6	9	12	15	18	21	24	27

CÓMO ENCONTRAR UN LOGARITMO

Las columnas de la derecha se utilizan para encontrar la cifra final, y se llaman "columnas de diferencia".

POTENCIAS DE DIEZ

$$10^3 \div 10^2 = 10^{3-2} = 10^1$$

ó $1000 \div 100 = 10$

$$10^{-3} \times 10^{-1} = 10^{-3+(-1)} = 10^{-4}$$

ó $\frac{1}{1000} \times \frac{1}{10} = \frac{1}{10.000}$

$$10^{-3} \div 10^{-5} = 10^{-3-(-5)} = 10^{+2}$$

ó $\frac{1}{1000} \div \frac{1}{100.000} = 100$

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
8·5	·9294	9299	9304	9309	9315	9320	9325	9330	9335	9340	1	1	2	2	3	3	4	4	5
8·6	·9345	9350	9355	9360	9365	9370	9375	9380	9385	9390	1	1	2	2	3	3	4	4	5
8·7	·9395	9400	9405	9410	9415	9420	9425	9430	9435	9440	0	1	1	2	2	3	3	4	4
8·8	·9445	9450	9455	9460	9465	9469	9474	9479	9484	9489	0	1	1	2	2	3	3	4	4
8·9	·9494	9499	9504	9509	9513	9518	9523	9528	9533	9538	0	1	1	2	2	3	3	4	4

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1·0	·0000	0043	0086	0128	0170	0212	0253	0294	0334	0374	4	8	12	17	21	25	29	33	37
1·1	·0414	0453	0492	0531	0569	0607	0645	0682	0719	0755	4	8	11	15	19	23	26	30	34
1·2	·0792	0828	0864	0899	0934	0969	1004	1038	1072	1106	3	7	10	14	17	21	24	28	31
1·3	·1139	1173	1206	1239	1271	1303	1335	1367	1399	1430	3	6	10	13	16	19	23	26	29
1·4	·1461	1492	1523	1553	1584	1614	1644	1673	1703	1732	3	6	9	12	15	18	21	24	27

que *sigue* a la coma, que se llama *mantisa*. La característica de cualquier número puede deducirse inmediatamente. En números mayores que uno, es siempre inferior en una unidad al número de cifras a la izquierda de la coma.

En 100,0, el número de cifras anteriores a la coma es 3, lo que da una característica de 2. En el número 1030,0 el número de cifras anteriores a la coma es 4; por lo tanto, la característica es 3.

Los números inferiores a 1 pueden convertirse en logaritmos con su propia característica y mantisa. La diferencia consiste en que las características son siempre *negativas*. El número 0,5 (que es igual a ½) puede escribirse $5 \times \frac{1}{10} = 5 \times 10^{-1}$.

Ahora bien, el logaritmo de 10^{-1} es —1 y el logaritmo de 5 = 0,6990; luego, log 0,5 = log $(10^{-1} \times 5) = -1 + 0{,}6990 = -0{,}3010$.

En la práctica, es preferible no efectuar la resta y dejar el logaritmo dividido en dos partes —una característica *negativa* y una mantisa *positiva*—. Es decir, que log 0,5 se escribe $\bar{1}{,}6990$. La característica $\bar{1}$ debe tratarse como un número *negativo*, mientras que 0,6990 debe tratarse como un número *positivo*. Esto puede parecer bastante complicado; pero, de este modo, el logaritmo de 0,5, o de cualquier otro número menor que 1, puede encontrarse directamente en las tablas de logaritmos.

CÓMO MULTIPLICAR UTILIZANDO LAS TABLAS DE LOGARITMOS

Para multiplicar dos números, basta hallar sus logaritmos, a partir de las tablas, y sumarlos:
Por ejemplo, buscamos 1,145 × 87,56.
El logaritmo de 1,145 es 0,0588.
El logaritmo de 87,56 es 1,9420 + 0,0003 = = 1,9423.
Luego, el logaritmo de (1,145 × 87,56) es log. 1,145 + log. 87,56
= 0,0588 + 1,9423 = 2,0011

El problema consiste, ahora, en encontrar el número cuyo logaritmo es 2,0011. Para empezar, no nos ocuparemos de la característica 2, puesto que sólo nos indica cuál debe ser la posición de la coma en el número que encontremos. El problema consiste en encontrar el número cuya mantisa es 0,0011 (su "antilogaritmo"). Si miramos la tabla de logaritmos, se evidencia que es inferior a 0,0043 (segunda mantisa de la primera fila de la tabla), pero mayor que 0,0000 (primera mantisa de esta fila).
Si miramos en la primera fila, en la columna auxiliar de diferencias que se encuentra a la derecha, observaremos que el número más próximo a 11 es 12. Éste se encuentra en la columna "3" y nos da la cuarta cifra. El número representado por la mantisa 0,0011 es, pues, 1,003. Como la característica es 2, debemos desplazar la coma dos lugares hacia la derecha. La respuesta es, entonces, 100,3.

CÓMO DIVIDIR UTILIZANDO LOGARITMOS

Para dividir números cuyos logaritmos son positivos (números mayores que 1), se opera de modo similar al empleado para multiplicar con la diferencia de que el logaritmo del divisor se resta al logaritmo del dividendo, en vez de sumarse.
El resultado puede ser un logaritmo negativo:
Por ejemplo, el logaritmo de 2,5 es 0,3979.
el logaritmo de 56,2 es 1,7497;
log. (2,5:56,2) es log. 2,5 — log. 56,2 = $\bar{2}$,6482.
De nuevo hay que buscar en las tablas el número cuya mantisa es 0,6482 y encontramos 4,448. Como la característica es $\bar{2}$, debemos desplazar la coma dos puestos hacia la izquierda y encontraremos como resultado 0,04448.
Para dividir por un número mayor que 1, debemos recordar que sólo la característica del logaritmo es negativa.

Por ejemplo	**2,5 ÷ 0,00095**	
log.	**2,5**	**= 0,3979**
log.	**0,00095**	**= $\bar{4}$,9777**
log. (2,5 ÷ 0,00095)		**= 3,4202**

y el antilogaritmo de 3,4202 nos da la solución 2631.

CÓMO MULTIPLICAR NÚMEROS MENORES QUE LA UNIDAD

Cuando multiplicamos por un número mayor que 1, debemos tratar la mantisa como un número positivo, y la característica como un número negativo.
Por ejemplo, sea 1,145 × 0,0543
log. (1,145 × 0,0543) = log. 1,145 + log. 0,0543.
Log. 1,145 es igual a 0,0588. Para hallar el logaritmo de 0,0543 se cuenta el número de lugares que hay que correr la coma hacia la derecha, para formar un número cuya característica sea cero. Encontramos 2; la característica del logaritmo es, pues, $\bar{2}$.
Para hallar la mantisa, buscamos en las tablas 5,43. Encontramos 0,7348; por lo tanto, el logaritmo de 0,0543 es $\bar{2}$,7348. Luego, log. (1,145 × × 0,0543) es igual a 0,0588 + $\bar{2}$,7348 = $\bar{2}$,7936. Su antilogaritmo es 0,06218. También aquí para colocar la coma nos ha bastado observar la característica.

COMO ENCONTRAR LAS CARACTERÍSTICAS

Un método cómodo de encontrar las "características" de una serie de números:
0,000005 0,0005 0,05 5,0 5.000.000,0
consiste en contar el número de lugares que hay que correr la coma, para convertir cada número en otro que tenga por característica 0.
Por ejemplo, para convertir 0,000005 en 5,0 hay que correr la coma 6 lugares hacia la derecha. Su característica es, pues, $\bar{6}$. Es fácil ver por qué es así, escribiendo los números decimales en forma de fracciones:

$$0{,}000005 = \frac{5}{1.000.000} = 5 \times \frac{1}{10} \times \frac{1}{10} \times \frac{1}{10} \times \frac{1}{10} \times \frac{1}{10} \times \frac{1}{10}$$

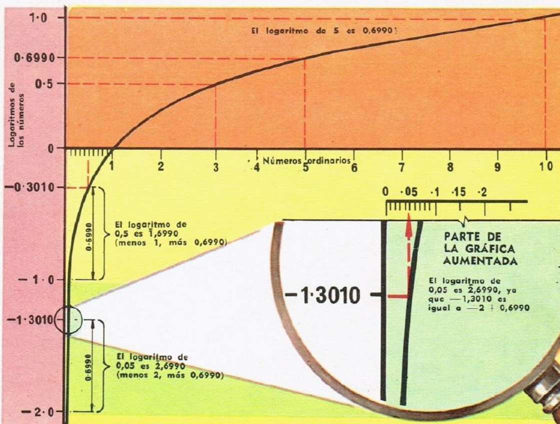
Cada vez que corremos la coma un puesto hacia la derecha, eliminamos uno de los $\frac{1}{10}$. Para convertir 5.000.000 en 5,0, la coma debe desplazarse seis lugares hacia la "izquierda", entonces, su característica es 6, ya que 5.000.000 puede escribirse:

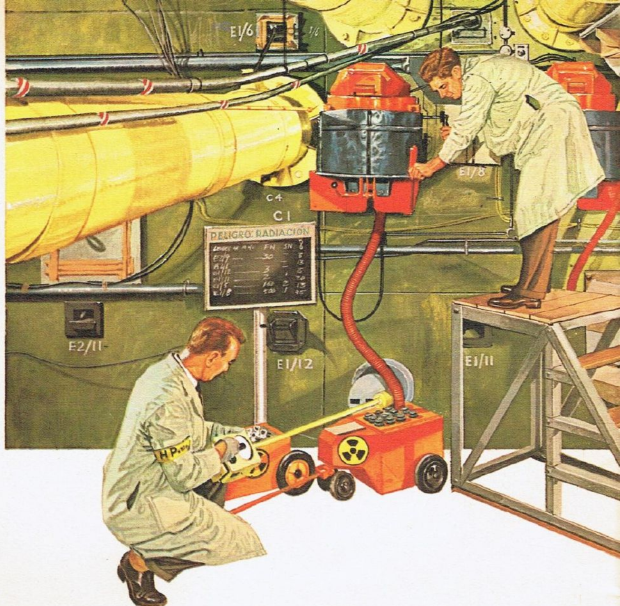
$$5 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10$$

y cada vez que la coma se desplaza de un lugar hacia la izquierda, se elimina un 10.
La característica de 0,0005 es $\bar{4}$; la de 0,05 es $\bar{2}$; la de 5,0 es 0. En cada uno de estos ejemplos, la característica representa la potencia de diez por la que hay que multiplicar el número 5, para obtener el número cuyo logaritmo buscamos.
La mantisa es la misma para todos estos números, e igual al logaritmo de 5. Es la mantisa que encontraremos en las tablas de logaritmos. En efecto, los números que vienen dados en las tablas son los logaritmos de los números comprendidos entre 1 y 10, y tienen todos, por característica, 0. El procedimiento para encontrar el logaritmo de un número consiste, pues, en encontrar la característica del número directamente, y luego buscar la mantisa en las tablas de logaritmos. Así, el número 5 indica que la mantisa es 0,6990; y la característica viene dada por el número de ceros que hay que añadir antes o después de la coma, dando, según el caso, una característica positiva o negativa. Los logaritmos de la serie de números anterior pueden escribirse entonces:

Nº	**0,000005**	**0,0005**	**0,05**	**5,0**	**5.000.000**
Log.	**$\bar{6}$,6990**	**$\bar{4}$,6990**	**$\bar{2}$,6990**	**0,6990**	**6,6990**

La gráfica adjunta nos da los "números" (colocados en el eje de abcisas), frente a sus "logaritmos" correspondientes (colocados en el eje de ordenadas). Se muestra una parte de la gráfica aumentada, ya que la curva se acerca muy rápidamente al eje de ordenadas, para números inferiores a 1. La curva, sin embargo, no llega nunca al eje.





CUANDO UN ÁTOMO SE TRASMUTA

Los átomos de todos los elementos están compuestos por un *núcleo*, rodeado por unas partículas muy ligeras que reciben el nombre de *electrones;* cada uno de éstos lleva una carga eléctrica negativa y gira en una órbita alrededor del núcleo. El núcleo de un átomo está compuesto por dos clases de partículas, los *protones* y los *neutrones*, que tienen, aproximadamente, el mismo peso y son mucho más pesados que los electrones. El protón tiene una carga positiva de la misma magnitud que la carga negativa del electrón; el neutrón es eléctricamente neutro. Es relativamente fácil separar un electrón de la órbita que ocupa en el átomo. Sin embargo, cuando un átomo sufre una trasmutación, la desintegración ocurre en el núcleo mismo, y la energía desarrollada es mucho mayor. Los átomos se trasmutan porque sus núcleos son inestables, y no se conocen todavía profundamente los motivos por los que algunos átomos resultan ser más estables que otros.

Dos o más protones no pueden permanecer unidos en un núcleo, ya que sus cargas eléctricas, al ser del mismo signo, tienden a separarlos. Para mantenerse juntos y formar el núcleo de un átomo, los protones deben estar mezclados con neutrones. Se ha visto que el núcleo sólo es estable cuando protones y neutrones se encuentran mezclados en ciertas proporciones.

NÚCLEOS NO ESTABLES Y ÁTOMOS RADIACTIVOS

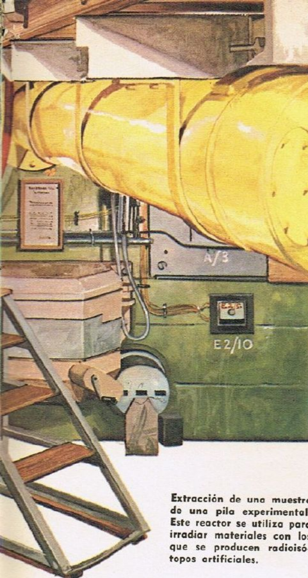
Determinadas combinaciones de protones y neutrones pueden llegar a formar un núcleo durante algún tiempo; pero el núcleo no es estable y el átomo es *radiactivo*. Esta clase de átomos intenta variar la proporción de protones y neutrones en el núcleo, para formar una combinación más estable, y entonces el núcleo emite una radiación. El átomo se trasforma en el átomo de un elemento distinto y se dice que se *trasmutó*.



Dos protones no pueden permanecer juntos, porque ambos tienen carga positiva (cargas del mismo signo se repelen). Los núcleos que tienen protones en exceso se estabilizan por trasmutación.



El núcleo de helio, con dos protones y dos neutrones, es la combinación de protones y neutrones más estable que se conoce. Es la "partícula alfa".



Extracción de una muestra de una pila experimental. Este reactor se utiliza para irradiar materiales con los que se producen radioisótopos artificiales.

Algunos de los isótopos radiactivos se encuentran en la naturaleza, y reciben el nombre de *isótopos radiactivos naturales.* Sin embargo, actualmente es posible producir radioisótopos artificiales que no se encuentran en la naturaleza. El primero de estos isótopos radiactivos fue descubierto hace unos treinta años; su radiactividad recibe el nombre de *radiactividad artificial.* Hay poca diferencia entre la clase de radiactividad procedente de los *radioisótopos* naturales y la de los artificiales.

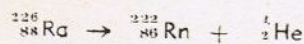
La radiacion que procede del núcleo de un radioisótopo es emitida, durante cierto tiempo, en todas direcciones, y puede consistir o bien en una partícula o bien en una partícula asociada a una onda electromagnética muy corta, que recibe el nombre de *rayo gamma.* Lo que ocurre con el átomo que ha sufrido una trasmutación depende totalmente de la clase de radiación que ha emitido. Los átomos radiactivos emiten cuatro tipos distintos de radiación. Estos tipos pueden ser: *partículas alfa, partículas beta, positrones y rayos gamma.* Muchos de los radioisótopos pesados emiten partículas alfa, pero esto ocurre rara vez con los átomos más ligeros. Casi todos los átomos ligeros emiten partículas beta o positrones. La radiación gamma, cuando ocurre, puede seguir a cualquiera de estos tipos de radiación.

LA PARTÍCULA ALFA

Si un núcleo contiene demasiados protones y neutrones para ser estable, puede expulsar algunas de estas partículas y alcanzar una mayor estabilidad. Para ello emite dos protones y dos neutrones firmemente unidos (el núcleo, muy estable, del átomo de helio), formando una partícula única, que se conoce con el nombre de *partícula alfa.*

La partícula alfa lleva, por consiguiente, dos cargas positivas y tiene un peso atómico igual a cuatro, mientras que el átomo que ha emitido esta partícula alfa disminuye su número atómico en dos unidades, y su peso atómico en cuatro unidades.

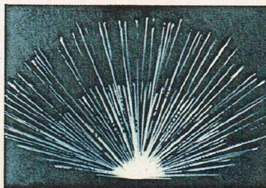
Por ejemplo, los átomos de radio que se encuentran en la naturaleza (número atómico 88, peso atómico 226) emiten partículas alfa, y entonces se trasforman en radón, un gas radiactivo (número atómico 86, peso atómico 222)



$$^{226}_{88}Ra \rightarrow ^{222}_{86}Rn + ^{4}_{2}He$$

El número de electrones que giran alrededor del núcleo es igual al número de protones del núcleo —ya que el átomo es normalmente neutro—, con las cargas de los protones neutralizadas por las de los electrones. Todos los átomos de un elemento determinado tienen el mismo número de "protones" en su núcleo; este número recibe el nombre de "número atómico" del elemento. La suma del número de protones y neutrones es el "peso atómico" del elemento. Éste puede tener distinto número de neutrones en los núcleos de sus átomos, pero todos los átomos deben tener el mismo número de protones. Los átomos que contienen un número distinto de neutrones son los "isótopos" del elemento; así, los diferentes isótopos de un elemento tienen el mismo número atómico y pesos atómicos distintos. De este modo, los isótopos de un elemento tienen el mismo comportamiento químico, pero los distintos isótopos poseen átomos de pesos ligeramente diferentes. La mayoría de los isótopos naturales tienen una mezcla de protones y neutrones en sus núcleos que, de esta forma, son estables, mientras no se intente modificar sus proporciones. Estos isótopos no se trasmutan, y se llaman "isótopos estables".

Los isótopos que se trasmutan cambian las proporciones de la mezcla de protones y neutrones, para producir un conjunto más estable, expulsando las partículas sobrantes: éstos son los "isótopos radiactivos".



Las partículas alfa, normalmente, se desplazan en línea recta, y recorren una distancia determinada. Esta fotografía, tomada en una cámara de niebla, muestra la trayectoria de dos tipos de partículas alfa.

LAS CUATRO FORMAS DE EMISIÓN RADIACTIVA



La partícula alfa consiste en dos protones y dos neutrones, firmemente unidos, como en el núcleo del átomo de helio. El número atómico del núcleo del que procede sufre una disminución de dos unidades; el peso atómico disminuye cuatro unidades.



La partícula beta es un electrón expulsado del núcleo. Como es tan ligero, no hay cambio en el peso atómico del núcleo. El número atómico aumenta en una unidad, ya que el núcleo contiene un protón de más, producido a partir de un neutrón.

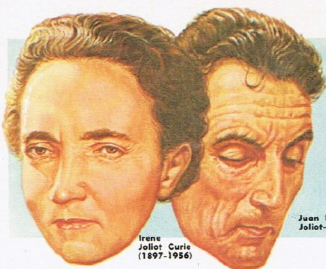


El positrón tiene el mismo peso que el electrón y, por lo tanto, el núcleo del que proviene no cambia de peso atómico. El número atómico disminuye en una unidad, ya que ahora el núcleo contiene un protón menos, que se ha trasformado en neutrón.



Los rayos gamma consisten en una radiación electromagnética, como la luz o los rayos X, pero de una longitud de onda mucho menor y de una energía superior. Trasportan la energía en exceso del átomo, que se forma en la trasmutación. No hay cambio en el número atómico ni en el peso atómico del núcleo, ya que los rayos gamma no tienen masa y no llevan carga.

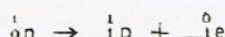
El radón mismo se trasmuta emitiendo partículas alfa.
Las partículas alfa, que se emiten durante la trasmutación de los átomos, se desplazan en línea recta a través del aire, y pierden su energía a medida que van entrando en colisión con las moléculas de aire, deteniéndose, generalmente, al cabo de unos cuantos centímetros. Todas las partículas alfa, emitidas por un isótopo determinado, suelen recorrer la misma distancia en el aire, ya que tienen la misma energía cinética, la cual van perdiendo en los choques; basta, sin embargo, interponer en su camino una hoja de papel para detener una partícula alfa.



En 1934, Irene Joliot-Curie (hija de la famosa María Curie) y su marido, descubrieron que un isótopo estable natural (el boro 10) puede trasformarse en un elemento radiactivo distinto, por bombardeo con "partículas alfa". La radiactividad de los átomos producidos artificialmente se llama "radiactividad artificial".

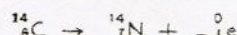
LA PARTÍCULA BETA

Si un núcleo contiene demasiados neutrones, para ser estable puede convertir alguno de ellos en un protón. En realidad, el protón y el neutrón son partículas muy similares. Para que un neutrón se trasforme en protón basta con que emita un electrón. El neutrón pierde, entonces, una carga negativa y se trasforma en un protón cargado positivamente:



$$^{1}_{0}n \rightarrow {}^{1}_{1}p + {}^{0}_{-1}e$$

El electrón es emitido por el núcleo con una gran velocidad; recibe el nombre de *partícula beta.*
El átomo conserva el mismo peso molecular después de la trasmutación, ya que la suma de protones y neutrones en el núcleo permanece constante; pero el número atómico aumenta por existir un protón suplementario. Un ejemplo de trasmutación por emisión de partículas beta lo tenemos en el comportamiento del carbono radiactivo.
Los átomos del carbono 14 (número atómico 6, peso atómico 14), que es un radioisótopo natural del carbono 12, se trasmutan, por emisión de partículas beta, en nitrógeno 14 (número atómico 7, peso atómico 14), que tiene un núcleo estable.



$$^{14}_{6}C \rightarrow {}^{14}_{7}N + {}^{0}_{-1}e$$

Aproximadamente, la mitad de los radioisótopos naturales se puede trasmutar por emisión de partículas beta. También muchos radioisótopos artificiales presentan una trasmutación de este tipo.
Las partículas beta son muy ligeras y se desvían muy fácilmente en su trayectoria. Por ello, no se desplazan en línea recta como las partículas alfa. Sin embargo, suelen recorrer un espacio superior. En el aire, una partícula beta puede alcanzar más de un metro o, incluso, atravesar una lámina de aluminio de algunos milímetros de espesor

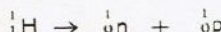
Actualmente no es difícil producir radioisótopos artificiales. En la mayoría de los casos, esto puede llevarse a cabo en un reactor nuclear. El primer reactor nuclear se construyó hace 20 años. Por ejemplo, existen sólo siete radioisótopos naturales, cuyo número atómico es inferior a 83 (menos de 83 protones en el núcleo). Por el contrario, hoy en día el hombre puede producir más de setecientos radioisótopos de número atómico inferior a 83.

EL POSITRÓN

Además de las partículas alfa y beta, que emiten los radioisótopos naturales, los radioisótopos artificiales pueden emitir también una partícula, que tiene la misma masa que el electrón, pero con una carga positiva igual a la del protón. Esta partícula se llama *positrón,* y puede considerarse como un electrón con una carga positiva igual, pero de signo opuesto a la del electrón.

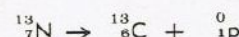
EMISIÓN DE POSITRONES

Se ha visto que la emisión de partículas beta puede tener lugar cuando el núcleo contiene demasiados neutrones para ser estable. Si la relación entre protones y neutrones es la correspondiente al núcleo estable, no hay radiactividad. Si, por el contrario, el núcleo contiene demasiados protones para ser estable, puede convertir uno de sus protones en un neutrón, emitiendo un positrón que, al no poder permanecer en el núcleo, es expulsado



$$^{1}_{1}H \rightarrow {}^{1}_{0}n + {}^{1}_{0}p$$

El átomo conserva el mismo peso atómico, pero el número atómico disminuye por haberse convertido un protón en neutrón.
En 1934, Irene Joliot-Curie formó átomos de nitrógeno 13 (número atómico 7, peso atómico 13) al bombardear boro 10 con partículas alfa. El nitrógeno 13 se trasmutaba, por emisión de positrones, en carbono 13 (número atómico 6, peso atómico 13), y la presencia de la radiación, debida a los positrones (éstos fueron descubiertos en 1932), le permitió anunciar el descubrimiento de la radiactividad artificial:



$$^{13}_{7}N \rightarrow {}^{13}_{6}C + {}^{0}_{1}p$$

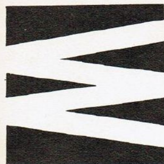
Los positrones emitidos se comportan de modo similar a las partículas beta. Aunque la emisión de positrones es frecuente en la trasmutación de radioisótopos artificiales, nunca tiene lugar en el caso de radioisótopos naturales.

LOS RAYOS GAMMA

Un cuarto tipo de radiación son los rayos gamma, que constituyen, en realidad, una clase de radiación electromagnética, de longitud de onda muy corta, menor que la de los rayos X. Los rayos gamma no toman carga eléctrica del átomo que está radiando ni se pierden neutrones ni potrones, por lo que el átomo no se trasforma en otro.
Pero se observa, en muchos casos, que un átomo emite radiación gamma después de trasmutarse por emisión de una partícula. Esto se debe a que el núcleo del átomo recién creado se encuentra, después de emitir una partícula, en un estado excitado (es decir, con un exceso de energía), y la emisión, en forma de rayos gamma, le permite volver al estado normal (no excitado). La cantidad de energía que se desarrolla en las trasformaciones nucleares es grande, por lo que la radiación tiene la forma de rayos de corta longitud de onda, con un alto contenido de energía.
El estudio de los rayos gamma proporciona una gran cantidad de información sobre el núcleo del átomo. Los rayos gamma son muy penetrantes. Por ejemplo, más de la mitad de los rayos gamma emitidos por el cobalto 60 puede atravesar una plancha de acero de dos centímetros de espesor.



El radio, que es sólido, emite una partícula alfa y se convierte en el gas radón.



NUEVAS REALIDADES, NUEVOS TÉRMINOS

REACCIONES DEL GAS INERTE XENÓN

Todos hemos estudiado en química que existe un grupo de sustancias que no se combinan con ningún otro elemento: los gases nobles o raros. Sin embargo, este concepto puede desaparecer, dentro de algunos años. En 1962 se obtuvo el primer compuesto en el que intervenía un gas de los llamados nobles, es decir, inertes. El descubrimiento sacudió al mundo químico. ¡Un compuesto de un gas inerte! Rápidamente, comenzó la investigación en varios laboratorios del mundo y, actualmente, se conocen varias combinaciones de estos elementos. Del que más conocemos es del xenón. El químico inglés Cavendish (1731-1810) dio la primera noticia de un gas inerte. Al eliminar del aire el oxígeno y el nitrógeno, observó que quedaba un uno por ciento de gas que no fue capaz de precipitar, o de absorber con álcali o por otros medios químicos a su disposición. Un siglo después, Rayleigh (1842-1919) se encontró con el mismo problema. Junto con Ramsay (1852-1916), descubrió el primer gas inerte conocido: el argón, con lo que se inició una nueva columna en el sistema periódico, cuya existencia no se sospechó hasta entonces.
El descubrimiento del primer compuesto de los gases nobles no surgió como consecuencia directa de una investigación en este sentido, sino como un subproducto de otra investigación.
Se estudiaba el hexafluoruro de uranio, que es gaseoso. Este producto tuvo un papel importante en la separación del uranio para fisión, U235. Después de la guerra, se siguió investigando sobre la química de los hexafluoruros, y se obtuvieron compuestos que se mostraron como muy reactivos. Se consiguieron otros hexafluoruros y, entre ellos, presentaron interés científico los de platino, rutenio y rodio.
Al hacer reaccionar el hexafluoruro de platino con oxígeno, se observó un hecho sorprendente: la formación de una molécula de un compuesto, en la que el oxígeno estaba ionizado. El oxígeno es un elemento que retiene fuertemente sus electrones y, sin embargo, en aquella reacción a baja temperatura se había ionizado. El doctor Neil Bartlett, de la universidad británica de Columbia, que llevaba a cabo el experimento, se dio perfecta cuenta de que el potencial de ionización del oxígeno era muy parecido al del xenón (se llama potencial de ionización de un átomo, o molécula, a la cantidad de energía que es necesario suministrar para arrancar un electrón). Si el hexafluoruro de platino era capaz de arrancar electrones al oxígeno, sería también capaz de arrancarlos al xenón.
Bartlett usó un aparato muy sencillo para intentar la reacción del xenón con el compuesto antes citado. Consistía en un matraz que contenía el hexafluoruro, que es un gas denso de color rojo, y xenón, estando los dos gases separados por un diafragma. Al romper el diafragma, los dos gases se mezclaron y se combinaron para dar un polvo amarillo.
Para llevar a cabo la reacción, y poner en contacto los dos gases, se usó un tubo de vidrio, en cuyo interior se había colocado un trozo de acero, que se accionaba desde el exterior, por medio de un imán. Al hacer descender este "martillo", se rompía el diafragma.
Con esta técnica se han obtenido, análogamente, otros compuestos de gases aparentemente inertes, como el tetrafluoruro de xenón XeF_4 y el difluoruro.
También se han conseguido fluoruros de otros elementos, como el criptón, pero hay que conservarlos a la temperatura del nitrógeno líquido. El radón ofrece la ventaja de tener un potencial de ionización más bajo todavía; pero, a causa de su intensa radiactividad, tiende a romper todos los enlaces y, además, su corta vida hace extraordinariamente difícil operar con él.

TRACOMA

Cerca de 500 millones de personas, más de un sexto de la población mundial, se encuentran afectados por la enfermedad ocular conocida, desde los tiempos de los griegos, como **tracoma.** Esta enfermedad es endémica en los pueblos menos desarrollados, como ciertas partes de Asia, África, etcétera.
Hasta hace unos seis años, no se conocía el origen de la enfermedad. Pero hagamos un poco de historia... Esta enfermedad recibió el nombre de tracoma del médico griego Discórides. (En griego, trachys significa rojo, que es lo que caracteriza a la enfermedad: un enrojecimiento de la conjuntiva). Después, aparecen otros síntomas, pero éste es el principal. Los sumerios describen la enfermedad cinco mil años a. C., y en China, tres mil años a. C. Los soldados y mercaderes la contagiaron en sus invasiones y viajes.
Las estadísticas son elocuentemente trágicas: Egipto es todavía un foco de infección; en Túnez, un cuarenta por ciento de la población padece tracoma; en Vietnam, el 30 % de la población es atacado, y en la provincia de Rajasthan (India), el 50 % de los niños se ven afectados antes de la edad escolar.
El primer hallazgo del agente productor del tracoma fue hecho por dos médicos austríacos que estudiaban la enfermedad en Java. Las investigaciones siguieron en el Instituto Pasteur de Túnez. Aquí se demostró que el agente era un virus. Trascurrió, sin embargo, mucho tiempo antes de que se le pudiera identificar. Tal el caso de los virus que sólo atacan al hombre y a los primates, el progreso fue lento hasta que se pudo disponer de un medio de cultivo simple, como el embrión de pollo en crecimiento.
El éxito acompañó a unos virólogos chinos que, en 1957, en el Instituto de Sueros y Vacunas de Pekín, lograron el cultivo. Tuvieron la precaución de eliminar las bacterias que existen en la conjuntiva, y pudieron obtener el cultivo en buenas condiciones de pureza. Esta técnica de cultivo se ha extendido y, desde 1958, se ha aislado, en distintos lugares, el agente causante de la enfermedad. También se ha introducido la técnica del cultivo en células humanas "in vitro".
El virus ha sido clasificado en el grupo de los llamados Bedsonia, en el que se encuentran los productores de la psitacosis o enfermedad de los loros.
Hasta 1938, no había otro tratamiento que los lavados de ojos con soluciones de sulfato de cobre; a partir de entonces, se fue conociendo más la sensibilidad del agente y se descubrió que era sensible a las sulfamidas; más tarde, se comprobó que también lo es a ciertos antibióticos. Una combinación del tratamiento sulfamídico y antibiótico parece ser el de mayor eficacia entre los conocidos en la actualidad, sobre todo, si se ataca prematuramente la enfermedad. La sulfamida por vía oral impide la reproducción del agente y el antibiótico, de aplicación local, lo elimina rápidamente.
Se están ensayando vacunas contra la enfermedad y los resultados son alentadores. Sin embargo, la lucha más eficaz es la elevación de las condiciones de vida.



CORREO DE LECTORES

EL RESONADOR DE MORSE

¿Cómo se construye un resonador de Morse? C. F. Y.

Lo primero que se necesita es un electroimán, que puede hacerse con una barra de hierro dulce y alambre de cobre arrollado a su alrededor. Uno de sus terminales se lo une a tierra, y el otro a la estación emisora. Con una palanquita de hierro construimos el pulsador, que un resorte mantiene alejado discretamente del electroimán. Al final del pulsador, se coloca una especie de punzón, que le permitirá perforar la cinta de papel en la que se recibirá el mensaje. Esta cinta puede moverse manualmente o mediante un cilindro accionado por un motorcito eléctrico, o de relojería. De todas maneras, antes de comenzar la construcción, le recomendamos que lea algún manual de aficionados, donde encontrará más detalles, como, por ejemplo, la manera de calcular los arrollamientos del electroimán, etc.



CORREO DE LECTORES

CONSULTAS AGRUPADAS

E. C. La **descomposición natural de un cadáver** se diferencia de la cremación, desde el punto de vista biológico, en que las oxidaciones respiratorias que tienen lugar en el cadáver, motivadas por los microorganismos, liberan poca energía en forma de calor, porque, en su mayor parte, la utilizan los gérmenes como energía química para su metabolismo.

F. P. S. Los **largos incisivos del elefante**, y de sus antepasados, aparte de una posible misión de defensa, le sirven para desenterrar plantas.

R. J. E. El **canario de las islas Canarias** existe todavía en estado silvestre en sus montañas (costa occidental de África). El canario amarillo doméstico procede de una mutación del anterior, ocurrida, según se cree, en el siglo XVII.

F. G. L. La **raza negra está mejor adaptada al calor que la blanca,** fundamentalmente, porque su organismo está mejor dotado para disiparlo, tanto por su mecanismo respiratorio como por la mayor actividad de las glándulas sudoríparas.

C. L. No se ha comprobado en el hombre ninguna correlación entre el volumen, o peso, del cerebro y la inteligencia.

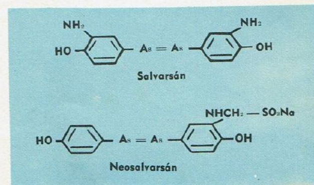
J. R. F. Los árboles más altos del mundo son los de una especie de eucalipto, en Australia (150 m.).

J. M. La **palabra inglesa "mulch"**, hoy internacionalizada, se refiere a una cubierta de paja, plástico, papel, etc., que se coloca sobre el suelo, en los cultivos, para evitar la evaporación y para regular la temperatura.

Y PARA CONCLUIR...

NACIMIENTO DE LA QUIMIOTERAPIA

Los descubrimientos de Pasteur dejaron pronto bien sentado que los microbios tenían intervención en muchas de las enfermedades que azotaban a la humanidad. Esto se vio confirmado, poco después, por otros descubrimientos, como los de Roberto Koch con el bacilo del ántrax y el de la tuberculosis. No es de extrañar que, en estas condiciones, la sífilis, el gran azote de la humanidad desde hacía tanto tiempo, fuera objeto de atención, por parte de numerosos investigadores. Lo primero que se imponía era aislar el microorganismo causante de la enfermedad. Fue en 1905 cuando dos médicos alemanes publicaron el descubrimiento del agente causante. Schaudinn y Hoffmann afirmaron por sus experimentos que el agente causante era un espirilo del tamaño de una milésima, o milésima y media, de milímetro. El problema había cambiado completamente de aspecto, porque era posible combatir a un enemigo al que ya se conocía. Se ensayaron vacunas, sueros y otros remedios del campo biológico, pero el resultado fue desalentador en todos los casos. Surgió entonces la idea de combatir a este enemigo con armas químicas, en vez de las usadas hasta el momento.
Esta idea surgió a la vez, en laboratorios de distintas partes del mundo: en Liverpool y en Alemania empezaron a trabajar activamente en la búsqueda de un compuesto que fuera tóxico para los microorganismos y, a la vez, inocuo para el hombre. La gloria de este descubrimiento estaba reservada al químico-médico alemán Pablo Ehrlich. Él fue el fundador de la quimioterapia: la curación de las enfermedades con compuestos químicos.
Ehrlich nació en Breslau, y estudió medicina, sintiéndose atraído por la patología experimental. Poco tiempo después de terminar su carrera, entró a formar parte del profesorado de la Universidad de Berlín, donde pronto se le conoció con el sobrenombre de Doctor Fantasius, a causa de su fantasía y de su humor excepcional. **"Debemos aprender a disparar sobre los microbios con balas mágicas",** solía decir.
De Berlín pasó a Francfort del Main, y allí empezó sus estudios sobre los compuestos arsenicales, en los laboratorios químicos de Speyer. Haciendo gala de una extraordinaria paciencia y constancia, ensayó numerosos compuestos de arsénico sobre conejos infectados por la sífilis. Al llegar al compuesto número seiscientos seis de los ensayos observó actividad frente a las espiroquetas. Había encontrado la bala mágica.
El principio del tratamiento de Ehrlich era lo que él llamó "terapia sterilisans magna"; esto es, inyectar grandes dosis de compuestos arsenicales, inocuos para el hombre y, en cambio, letales para los gérmenes patógenos, sin que éstos se habituaran a la droga.
El 606 se conoce con el nombre de **salvarsán.** Ehrlich siguió trabajando en estas investigaciones y descubrió un compuesto de arsénico que superaba la acción del anterior; le dio el nombre de **neosalvarsán.**
Cuando, al fin de la guerra de 1914-1918, los Estados Unidos se apoderaron de las patentes alemanas, se cambió el nombre de salvarsán por el de **arsfenamina.**
Reproducimos aquí las fórmulas del salvarsán y del neosalvarsán:



Los descubrimientos de Ehrlich dieron origen a toda una serie de brillantes trabajos, encaminados a encontrar nuevas "balas mágicas" para la guerra contra las enfermedades. Citemos, tan sólo, el hallazgo, al cabo de algunos años, de las sulfamidas, que marcaron un hito en la lucha contra el dolor.

FRASE DE LA SEMANA

Dijo S. R. Cajal: "Toda obra grande, en arte como en ciencia, es el resultado de una gran pasión al servicio de una gran idea".

PRECIOS DE VENTA (Rigen también para los números atrasados)

ARGENTINA,	Pesos	35.—	ECUADOR,	Sucres	6.—	*HONDURAS,	Lempiras	0,60	PERÚ,	Soles	10.—
*COLOMBIA,	Pesos	3.—	*EL SALVADOR,	Colones	1.—	*MÉXICO,	Pesos	3,50	*PUERTO RICO,	Dólares	0,30
*COSTA RICA,	Colones	2.—	ESPAÑA,	Pesetas	18.—	*NICARAGUA,	Córdobas	2.—	*R. DOMINICANA,	Pesos	0,30
*CHILE,	Escudos	1.—	*GUATEMALA,	Quetzales	0,30	*PANAMÁ,	Balboas	0,30	URUGUAY,	Pesos	4,50
									*VENEZUELA,	Bolívares	1,50

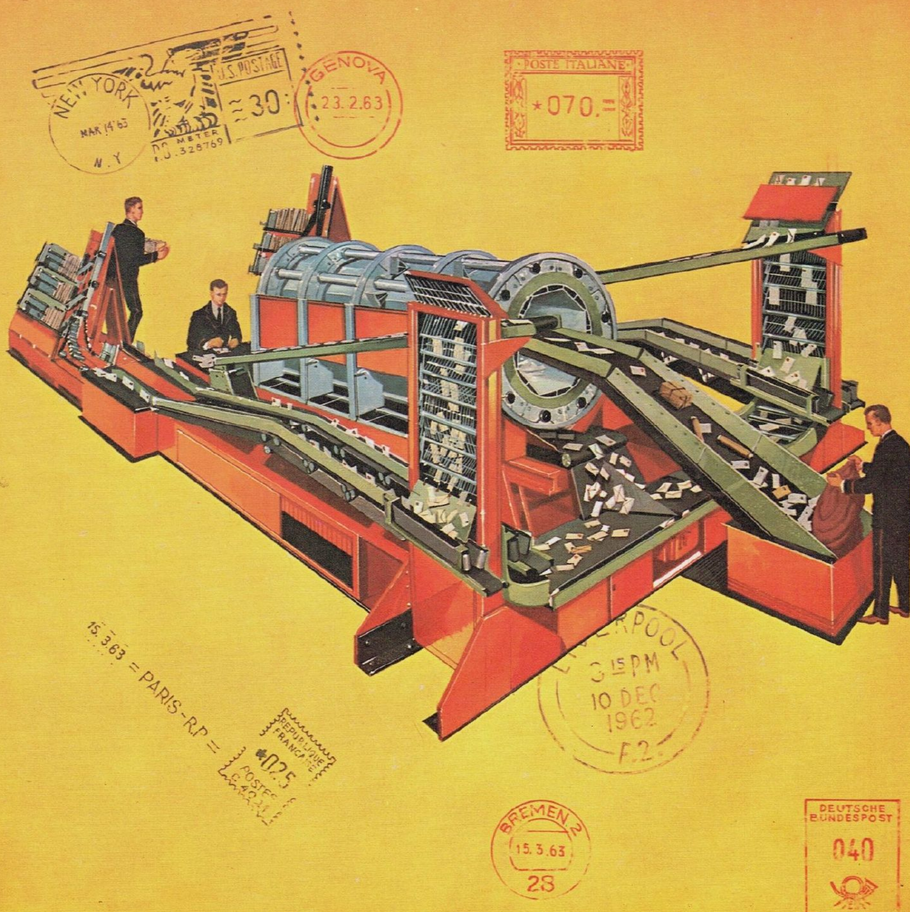
Aparece todas las semanas

* Distribución a partir del 30 de noviembre de 1964.

Nº 60

tecnirama

ENCICLOPEDIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA ®



AUTORES CONSULTADOS SOBRE TEMAS ESPECIALES DE ESTE NÚMERO: **B. ZEINES (R.C.A. Institutes), mecanización postal. E. R. PECK (Universidad Northwestern), resistencia específica. W. E. BURCHAM (Universidad de Birmingham), Ernesto Rutherford. A. C. HARDY (M.I.T.), el microscopio electrónico. D. M. BONNER (Universidad de California), los padres y su descendencia. C. E. HALL (M.I.T.), el microscopio electrónico. P. H. BLACK (Universidad de Ohío), los tornillos. E. S. GILREATH (Universidad de Wáshington y Lee), el aparato de Kipp. P. B. WEISZ (Universidad Brown), los residuos orgánicos. J. M. IÑÍGUEZ (Universidad de Zaragoza), la regla de cálculo.**

TECNIRAMA ®, Enciclopedia de la ciencia y la técnica de hoy, es una obra sistemática que se publica en forma de semanario encuadernable. Una vez eliminadas las cubiertas de los ejemplares, las páginas interiores numeradas forman un curso progresivo. Dichos fascículos se coleccionan cómodamente en prácticas tapas-libro para trece números cada una, que aparecen trimestralmente e incluyen los índices temáticos y alfabéticos completos del tomo.

Publicada en Argentina por
EDITORIAL CODEX S.A.
BOLÍVAR 578 BUENOS AIRES



AÑO II
TOMO V
Nº 60

SUMARIO

Distribuidores, agentes de suscripciones y venta de ediciones anteriores: ARGENTINA: Distribuidora Universal S.R.L., Herrera 513, Buenos Aires. **COLOMBIA:** Distribuidora Tequendama S. A., Carrera 13 Nº 18-38, 3er Piso Bogotá. **COSTA RICA:** Carlos Valerín Sáenz y Cía., Apartado 1924, San José. **CHILE:** Publichile S. A., Manuel Rodríguez 866, Santiago. **ECUADOR:** Muñoz Hnos., Bvard. 9 de Octubre 732, Guayaquil. **EL SALVADOR:** Librería Hispanoamérica, Emilio J. Simón y Cía., 1ª calle Oriente y 4ª Avenida Norte, San Salvador. **ESPAÑA:** Distribuidora Europea de Publicaciones (DISEUROPA), Córcega 414, Barcelona. **GUATEMALA:** De La Riva Hnos., 9ª Avenida 10-34, Guatemala. **HONDURAS:** Librería Navarro, Calle Real, Comayagüela DC. **MÉXICO:** Distribuidora Publex S.A. (DISPLUBEX), Dir. responsable Marcial Frigolet Lerma, Bolívar 154, México, D.F. **NICARAGUA:** Ramiro Ramírez Valdez, Avda. Bolívar Sur 302 A, Managua. **PANAMÁ:** José Menéndez, Apartado 2052, Panamá. **PERÚ:** Distribuidora Limac S. A., Avda. Bolivia 154, Lima. **PUERTO RICO:** Matías Photo Shop, Fortaleza 200, San Juan. **REPÚBLICA DOMINICANA:** Librería Dominicana, Mercedes 49, Santo Domingo. **URUGUAY:** Distribuidora Paysandú S. A., Luis P. Ponce 1432, Montevideo. **VENEZUELA:** Distribuidora Guaicaipuro C. A., Principal a Santa Capilla 4, Caracas - Distribuidora Continental S. A., Ferrenquín a La Cruz 178, Caracas.

TEMA DE LA CUBIERTA:

MECANIZACIÓN POSTAL. — El incremento de la correspondencia en los tiempos actuales ha obligado a la mecanización de los servicios correspondientes. En la figura, se observa una máquina seleccionadora.

Correo Argentino Central B — TARIFA REDUCIDA — CONCESIÓN Nº 7271

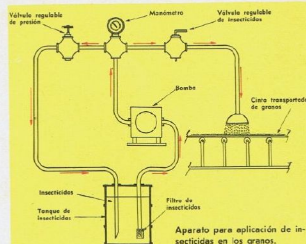
Imprimió Cía. Fabril Financiera Iriarte 2035, Bs. As., Argentina



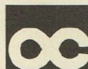
NOTICIAS DE HOY

Calculadoras con pilas. — Introducidas en 1962, son ya muy numerosas las máquinas calculadoras con pilas que funcionan en Estados Unidos, Inglaterra y otros países. Emplean pilas recargables de níquel-cadmio, que proporcionan energía suficiente para un día de trabajo. Las pilas se recargan conectándolas a la corriente normal de la red urbana y pueden admitir hasta 5.000 ó más recargas. Se fabrican tres modelos y su precio es ligeramente superior al de las calculadoras eléctricas comunes.

Uno por millón. — Las muertes accidentales por insecticidas en los Estados Unidos alcanzan la cifra de uno al año, por cada millón de habitantes.
La cifra fue revelada por la Sección de Toxicología del Servicio para la Salud Pública de Atlanta (Estados Unidos). Sin embargo, se afirma que los casos de envenenamiento no mortal han disminuido, y son, actualmente, de uno por cada 10.000 personas.
Por ahora, y tomando como base los datos de estos últimos 25 años, no se aprecia tendencia al alza, ni a la disminución. Los cambios en las cifras no son debidos a la aplicación de los pesticidas ni al incremento de su uso.
En la actualidad, cada año se fabrican, en los Estados Unidos, unos 300 millones de kilogramos de insecticidas, lo que significa casi el doble de la producción de 1949. Es de notar que los envenenamientos accidentales por insecticidas son más frecuentes en los niños, y que muchos de los casos no serían comunicados si no existiera la posibilidad de una indemnización por parte de los fabricantes.



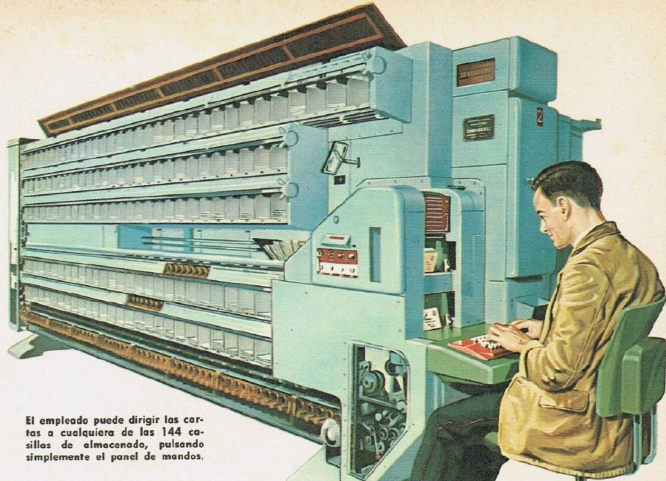
Aparato para aplicación de insecticidas en los granos.



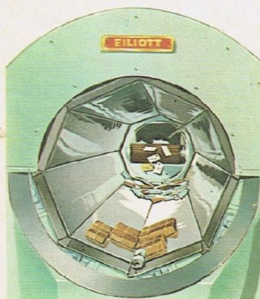
NOTICIAS DE MAÑANA

La vida en Marte parece ser muy improbable, ya que los perjudiciales rayos ultravioletas penetran hasta la superficie del planeta y trasforman en ozono el oxígeno allí existente. F. F. Marmo, del Consejo de Geofísicos, que ha supervisado una serie de experiencias fotoquímicas para la NASA, saca la conclusión de que, aunque no existe bastante oxígeno en la atmósfera de Marte para mantener el ozono a una distancia segura de la superficie del planeta, hay, sin embargo, el suficiente para que se produzca ozono al nivel de dicha superficie.

Energía solar para producir electricidad barata. — El profesor Jesús Martínez, del Departamento de Ciencias Aplicadas de la Universidad Nacional de México está empleando viejos reflectores, usados durante la última guerra mundial en la localización de aviones, para domesticar los rayos del sol. Sirven como grandes espejos para reunir rayos solares, que pueden trasformarse en energía eléctrica. Tras cuatro años de trabajos anuncia el profesor mexicano que estos reflectores pueden usarse en poblaciones pequeñas y aisladas de México, para producir la luz y la energía eléctrica más imprescindible. Sus planes están siendo estudiados, y se espera que pronto puedan realizarse las primeras instalaciones utilitarias.


El empleado puede dirigir las cartas a cualquiera de las 144 casillas de almacenado, pulsando simplemente el panel de mandos.

MECANIZACIÓN POSTAL



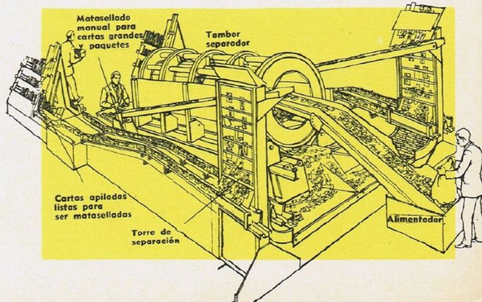
Separador de cartas y paquetes. Las cartas se meten por las aberturas que hay en las paredes del tambor separador, con lo que sólo los paquetes llegan al final de su recorrido.

Desde las reformas postales que dieron lugar a la introducción de sellos o estampillas de correo hace unos 100 años, el número de cartas que pasan por una oficina postal ha aumentado enormemente, aunque los métodos de manejar el correo no han variado apenas en estos últimos 100 años.
Hacia 1860 se inventaron ciertas máquinas para inutilizar los sellos y evitar que fueran usados de nuevo, y para indicar la fecha y lugar donde la carta fue despachada. A medida que el tráfico postal aumentaba, se iban introduciendo más y más máquinas de sellado, pero hasta hace poco todas las demás operaciones que sufría una carta en la oficina de correo se llevaban a cabo manualmente. La mecanización de algunas de estas operaciones no sólo reduce costos, sino que también facilita el trabajo de los empleados.

ORDENAMIENTO DE LAS CARTAS

Cuando llegan a la oficina de correos los sacos recogidos de los distintos buzones de la calle, la primera operación que hay que hacer es separar las cartas de cualquier otro objeto postal más voluminoso que hubiera en el buzón. Al mismo tiempo, se separan los pequeños paquetes de los grandes, ya que se pueden manejar más eficazmente de esta manera.
Después se han de colocar todas las cartas de la misma manera, con la dirección en el lado superior y los sellos en la misma esquina. Una vez que las cartas se han ordenado, son enviadas a la máquina matasellos. Los sellos de los paquetes grandes se inutilizan a mano.
Las cartas que ya llevan impreso el sello, hecho con franqueadores automáticos, se manejan en las oficinas de correos, atadas en paquetes con los sobres ya ordenados. Por consiguiente, estas cartas no han de pasar por dicha etapa, con lo que a su llegada están en condiciones de ser repartidas.

Esquema del separador de cartas y paquetes y máquina de ordenar, mostrando las funciones de los varios componentes.



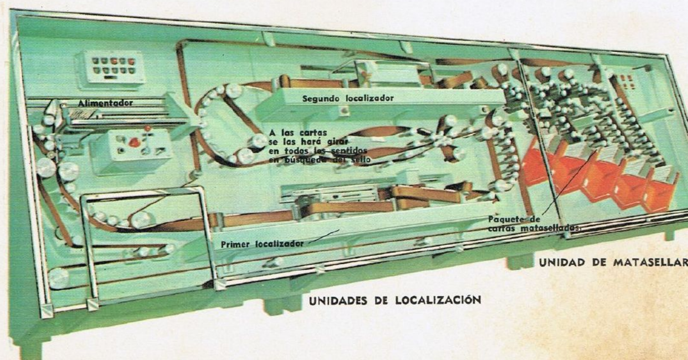
El método convencional de ordenar las cartas era volcar las cartas del saco que las contenía en una mesa alrededor de la cual había un número de empleados y los procesos de separación y ordenamiento se llevaban a cabo manualmente. En algunas oficinas de correos cualquier objeto, desde facturas hasta postales de felicitación, que se envían utilizando la tarifa postal más baja, ha de ser colocado con el sello bien visible hasta que todas las cartas estén clasificadas, y es en esta operación de ordenamiento donde se separan las varias clases de correo, según el precio del sello.

MÁQUINA DE ORDENAMIENTO AUTOMÁTICO

Hace unos cinco años, algunas oficinas de correos empezaron a ensayar máquinas que podían realizar la serie de operaciones descritas anteriormente. Los primeros ensayos dieron resultados suficientemente satisfactorios, de forma que actualmente muchas oficinas de correos están equipadas con tales máquinas.
Un dibujo de este artículo muestra una vista general de una unidad completa de separación y ordenamiento; por un sitio se cargan las cartas y los paquetes juntos, y por otro salen las cartas ya ordenadas y mataselladas. Las sacas de correspondencia se vierten en el alimentador, de donde van al *tambor separador*. Éste es un gran cilindro hueco, inclinado, para que las cartas lo atraviesen a medida que gira lentamente. En la superficie interna del tambor hay un cierto número de aletas, por las que se introducen las cartas a medida que avanzan hacia el extremo inferior del tambor. Antes de alcanzar esta parte final del tambor, todas las cartas deben haberse deslizado por las ranuras, quedando sólo los paquetes, que se sacan para estamparlos a mano.
Todas las cartas que pasan por las aletas del separador, son enviadas por cintas trasportadoras a la torre de separación. Aquí son separadas las cartas pequeñas de las de mayor tamaño. La torre contiene una secuencia de rodillos separados unos 25 cm. entre sí. Las cartas de gran tamaño son aprisionadas por los rodillos, alcanzando la parte superior de la torre, mientras que las pequeñas no tienen suficiente longitud para poder ser aprisionadas por los sucesivos rodillos, y caen. Estas dos corrientes de cartas separadas son apiladas automáticamente y quedan a punto para el ordenamiento.
En las oficinas de correos cercanas al sitio donde se habían instalado máquinas de ordenamiento automático se empezaron a vender sellos especialmente hechos con tinta fosforescente. Éstos actuaban como etiquetas sensibles a la luz, y la máquina ordenadora era capaz de colocar las cartas de modo que estuvieran dispuestas correctamente para poder ser mataselladas.
La tinta fosforescente de estos sellos se vuelve brillante al ser iluminada con luz ultravioleta, y la máquina escudriña el sobre buscando el ángulo que brilla. Si no hay sello en el ángulo inferior del sobre, la búsqueda se lleva a cabo en el opuesto. Si ninguna de estas dos operaciones detecta un sello, se hace girar el sobre y se repite el proceso de búsqueda. A medida que la máquina vuelve los sobres, colocándolos en su debida posición, también separa las cartas según los valores del franqueo, ya que llevan menos tinta fosforescente los sellos de menos franqueo que los de mayor. Los sobres que carecen de sello o, que si lo tienen, no llevan tinta fosforescente, se apilan separadamente y reciben un tratamiento manual, mientras que las demás cartas son mataselladas por la máquina y quedan a punto para ser clasificadas a medida que salen de ella.

CLASIFICACIÓN DE LAS CARTAS

La clasificación automática de las cartas reporta dos grandes ventajas; no sólo es más rápida que la clasificación manual, sino que además las cartas pueden distribuirse en un gran número de divisiones. En el método convencional de clasificación a mano, el empleado toma la primera carta del montón, lee la dirección del sobre y la pone en una de las 48 casillas que hay para colocar las cartas. Algunas de estas casillas llevan el nombre de una sola ciudad (lugares cercanos o grandes ciudades lejanas) para las que hay muchas cartas, mientras que las casillas restantes se dedican a países o grupos de países. Aunque las cartas de ciertas casillas han de ser de nuevo subdivididas, la clasificación manual tiene una limitación en la longitud del brazo del empleado, que sólo puede abarcar 48 casillas.
En los últimos años se han usado en algunas oficinas de correo, máquinas de clasificación electrónicas. Cuando estas máquinas están operando, el empleado no tiene que tocar las cartas; éstas se mueven automáticamente y pasan de una en una por el visor, que controla el empleado. Cuando la carta pasa por allí, el empleado lee la dirección y pulsa las teclas de un aparato parecido a una máquina de escribir, operación mediante la cual dirige la carta a una de las 144 casillas de que consta la máquina. Un aparato electrónico controla su camino hasta que la cinta trasportadora la deja en la casilla correspondiente. Una característica de la máquina es que no opera sistemáticamente, con lo que el operador puede observarla el tiempo que necesite para descifrar una dirección incompleta o escrita con mala letra, y puede acelerar la marcha si hay un grupo de cartas para el mismo destino.
El manejar estas máquinas electrónicas no es tarea que pueda cansar físicamente, ya que el operador está sentado delante del cuadro de mandos, y todo el trabajo de clasificación es más rápido, puesto que el número de cartas a reclasificar en una segunda etapa queda enormemente reducido. El modo de operación de la máquina se puede cambiar rápidamente, bien para que clasifique las cartas que se han de distribuir a todo el país desde la ciudad de envío, o bien para clasificar las recibidas para esta ciudad. Aunque estas máquinas clasificadoras fueran de uso general, seguiría siendo necesario leer la dirección en cada etapa de clasificación. Sin embargo, el proceso de clasificación se podría acelerar más si la máquina leyera la dirección del sobre. Esto es casi imposible, en vista de la gran variedad de caligrafías que existen. Se han llevado a cabo experimentos tocantes a la posibilidad de imprimir una dirección codificada en el sobre, la primera vez que éste es leído; tales códigos en forma de puntos, con tinta fosforescente, se podrían leer en todas las máquinas automáticas por las que la carta haya de pasar.
Otro experimento en esta línea ha sido el asignar a cada firma comercial, calle o parte de una ciudad, un código postal, y pedir a cada industrial o ciudadano que utilice la clave correspondiente en la dirección. Estos códigos aceleran la velocidad de preparación de las cartas para ser distribuidas, puesto que cuando las cartas son clasificadas por la máquina, el operador pulsa la tecla de la clave postal en el panel de la máquina, en lugar de tener que recordar en qué distrito de la ciudad está situada la calle indicada en la dirección.
El ordenamiento y clasificación electrónica del correo está aún en fase experimental, lo que no quiere decir que tales métodos vayan a ser adoptados en general. También se han llevado a cabo experimentos para clasificar paquetes postales mecánicamente.



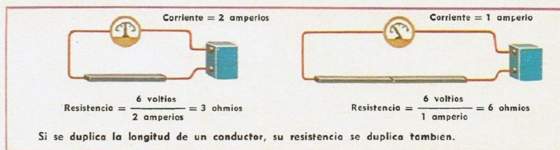
En esta máquina automática de ordenar las cartas, se usan selectores electrónicos automáticos para ver en qué ángulo del sobre está el sello. Las cartas se apilan después de que cada una tiene colocado el sello debidamente. A continuación son matasellados automáticamente.



Estas muestras de diferentes metales tienen igual resistencia. La resistencia de un conductor depende de sus dimensiones así como del material de que está hecho.

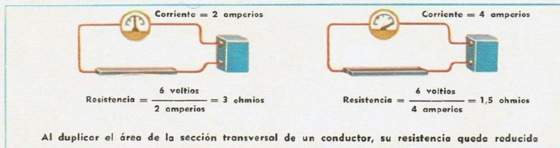
RESISTENCIA ESPECÍFICA

La ley de Ohm establece que la relación entre el voltaje en los extremos de un conductor y la corriente que pasa por él, es una constante. Para un conductor dado, esta constante se llama *resistencia*. En otras palabras, $\frac{voltaje}{corriente} = resistencia$. La resistencia es señal de la oposición que encuentra el flujo de electrones, en su intento de pasar por el conductor.



Si se duplica la longitud de un conductor, su resistencia se duplica también.

Los materiales que conducen la electricidad se pueden clasificar en buenos conductores, si ofrecen poca resistencia, y en malos conductores, si ofrecen una gran resistencia. Por ejemplo, el cobre se utiliza en casi todas las conducciones eléctricas, debido a que es un buen conductor. Sin embargo, un alambre de cobre puede tener una gran resistencia, tal vez de un millón de ohmios, si es lo suficientemente largo y fino. Esto no quiere decir que el cobre sea un mal conductor, sino simplemente que, al considerar resistencias, deben tenerse en cuenta las *dimensiones* del conductor, así como el material de que está hecho.



Al duplicar el área de la sección transversal de un conductor, su resistencia queda reducida

Si comparamos el flujo de electrones a través de un conductor, con el flujo de agua a través de un tubo, es fácil ver que, así como un tubo largo ofrece una mayor resistencia al paso del agua que un tubo corto, igualmente un alambre largo ofrece mayor resistencia al paso de los electrones que un alambre corto. De modo análogo, lo mismo que un tubo ancho permite que el agua pase con más facilidad por él que uno estrecho, así un alambre grueso ofrece menos resistencia a los electrones que un alambre fino. Cuanto más largo sea el alambre, mayor es su resistencia, y cuanto más ancho, menor. Para cualquier alambre, la resistencia R (medida en ohmios), está relacionada con la longitud l (medida en centímetros), y el área de la sección transversal, A (medida en centímetros cuadrados), por la ecuación:

$$R = \frac{\varrho \times l}{A},$$

donde ϱ, es un número que depende del material de que está hecho el alambre. Este número, ϱ, se llama *resistencia específica* o *resistividad* del material. Por ejemplo, en el caso del cobre, $\varrho \times 0{,}00000178$ ohm $\times$ cm. (no ohmios dividido por cm.). Para la plata, $\varrho = 0{,}00000163$ ohm $\times$ cm.; por tanto, la resistencia específica de la plata es menor que la del cobre, y consecuentemente la plata es mejor conductor que éste.

La *resistencia específica* o *resistividad* de un material, es independiente de las dimensiones de él, sea cual fuere el material considerado. Se puede pensar que equivale a la resistencia que hay entre los lados opuestos de un cubo de un centímetro de largo, uno de ancho y uno de profundidad (es decir, aproximadamente de la forma y tamaño de un dado).

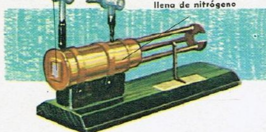
Para hallar la resistencia específica o resistividad de un material, por ejemplo de un alambre, es necesario medir su resistencia R, su longitud l, y el área de su sección transversal A, con lo que ϱ se puede calcular mediante la ecuación $R = \frac{\varrho \times l}{A}$. La resistencia ($R$) se mide generalmente con un puente de Wheatstone. Puesto que, por lo regular, los alambres son redondos, se halla el área de una sección transversal (A) midiendo el diámetro del alambre con un tornillo micrométrico. La mitad del diámetro es el radio r, y el área de la sección transversal viene dada por la fórmula πr^2.

Un alambre de 200 cm. de largo y un área de sección transversal de 0,001 cm², está construido de una aleación llamada "manganina". Su resistencia vale 8,8 ohmios. ¿Cuál es la resistencia específica de la manganina?
Puesto que lo que hay que hallar es la resistencia específica ϱ, será necesario disponer de otra forma la ecuación $R = \frac{\varrho \times l}{A}$. Multiplicando ambos miembros de la ecuación por A, se obtiene $R \times A = \varrho \times l$. Dividiendo las dos partes de la ecuación por l, se obtiene $\frac{R \times A}{l} = \varrho$.
En este ejemplo, $R = 8{,}8$ ohmios, $A = 0{,}001$ cm²., y $l = 200$ cm.
Sustituyendo estos valores en la última ecuación, obtenemos

$$\varrho = \frac{8{,}8 \times 0{,}001}{200} = \frac{0{,}0088}{200} = \frac{0{,}0044}{100} = 0{,}000044.$$

Por tanto, la resistencia específica de la manganina es 0,000044 ohm $\times$ cm.





ERNESTO RUTHERFORD,

Aparato con el que Rutherford observó, por primera vez, la "trasmutación artificial". En este aparato, átomos de nitrógeno se trasformaban en átomos de oxígeno, al chocar aquéllos con partículas alfa.

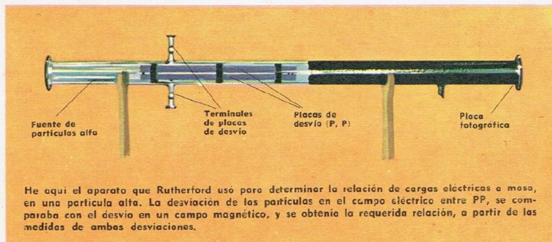
Ernesto Rutherford (1871-1937) fue uno de los mayores científicos experimentales de todos los tiempos. Nació en Brightwater, cerca de Nelson (Nueva Zelandia), de una familia de colonos ingleses.

Aunque fue un buen alumno en la escuela, Ernesto no mostró una especial inclinación por la ciencia. En 1890, ingresó en el Canterbury College, de Christchurch, Nueva Zelandia, donde su aptitud científica se hizo patente, graduándose con las mejores notas, tanto en ciencias como en matemáticas. Continuó en Christchurch en trabajos de investigación, y desarrolló un detector de ondas de radio, que dependía de la magnetización del hierro. En 1894, la Universidad de Cambridge, en Inglaterra, sacó a concurso una beca con destino a un posgraduado de Nueva Zelandia, y Rutherford la ganó. Llegó a Inglaterra en 1895, tras pedir dinero prestado para el viaje.

En Cambridge, J. J. Thomson era profesor del famoso laboratorio Cavendish, y, en aquel tiempo, estaba trabajando en experimentos sobre la conducta de los gases después de ser expuestos a los recientemente descubiertos rayos X. Rutherford dejó de trabajar en su detector de radio-ondas, que eventualmente Marconi tuvo en cuenta y a partir del cual se estableció la potencialidad de las emisiones de radio, y se unió a J. J. Thomson en su trabajo.

Cuando Rutherford estaba colaborando con Thomson en sus experimentos, en 1896, se anunció en París el descubrimiento de la radiactividad. En 1897, Thomson hizo pública su demostración de la existencia de los electrones, pero Rutherford estaba ya trabajando en experimentos sobre la conducta de los gases, después de haber sido expuestos a la radiactividad. Durante estos años, observó muchas de las propiedades de ésta, y se familiarizó con los métodos experimentales de dicha ciencia. En 1898, Rutherford solicitó una plaza de profesor de investigación en la Universidad de McGill, de Montreal (Canadá), lográndola cuando tenía 28 años de edad, y dando comienzo así al primer gran período de descubrimientos científicos de su vida.

En 1901, el químico inglés F. W. Soddy colaboró con Rutherford en sus investigaciones sobre radiactividad, y, al cabo de un año, comprobaron que un átomo radiactivo se transforma en otro átomo diferente por emisión de radiación. Juntos, publicaron trabajos sobre la causa y naturaleza de la radiactividad, y acerca de la teoría de la "transformación espontánea". Rutherford también se preocupó de las partículas alfa (las partículas beta fueron identificadas por entonces como electrones), y publicó un trabajo general sobre los cambios radiactivos, en 1903. En 1904, dio a la imprenta su primer libro, titulado *Radiactividad.*



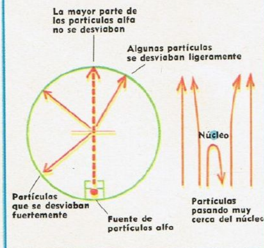
He aquí el aparato que Rutherford usó para determinar la relación de cargas eléctricas a masa, en una partícula alfa. La desviación de las partículas en el campo eléctrico entre PP, se comparaba con el desvío en un campo magnético, y se obtenía la requerida relación, a partir de las medidas de ambas desviaciones.

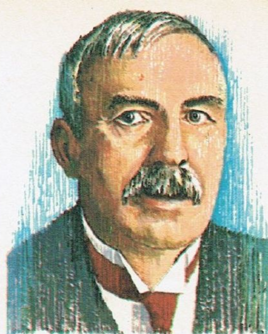
En cinco años, Rutherford, con la ayuda de Soddy, resolvió muchos problemas de esta nueva ciencia, observando que los átomos radiactivos se transforman espontáneamente en otros átomos, y definió el concepto de isótopos.

En 1906, la Universidad de Manchester le ofreció ocupar la cátedra de un profesor que había prometido jubilarse si Rutherford aceptaba. Rutherford aceptó, y, en 1907, se trasladó a Manchester, que tenía laboratorios nuevos y bien equipados. Aquí empezó su segundo período de descubrimientos, probablemente el más importante y de seguro el más feliz de su vida.

En 1908, Rutherford recibió el Premio Nobel de Química, por sus trabajos en radiactividad, estando, por entonces, ocupado en investigar las propiedades de las partículas alfa, con la colaboración de varios de sus quince alumnos. Una serie de experimentos le llevó a la conclusión de que dichas partículas eran, en realidad, átomos de helio, y para probarlo efectuó en 1909 una sencilla e in-

Se encontró que, cuando una hoja metálica era bombardeada por partículas alfa, la mayor parte de estas partículas no se desviaban, o se desviaban en ángulos muy pequeños, cuando pasaban a través de la hoja. Sin embargo, algunas se desviaban un gran ángulo, y, en realidad, eran rechazadas por la hoja. Rutherford probó, matemáticamente, que tal comportamiento sólo se podía explicar con su modelo del átomo "nuclear", es decir, un átomo en que un pequeño núcleo cargado positivamente está rodeado de un número de electrones. Cuando las partículas alfa pasan cerca del núcleo, son repelidas fuertemente (las cargas positivas se repelen entre sí), produciéndose un gran cambio de dirección. Cuando pasan a mayor distancia del núcleo, la desviación es muy pequeña.





fundador de la física nuclear

teligente experiencia. Puso una sustancia (radón), que emitía partículas alfa, fuera de un tubo donde se había hecho el vacío y se había cerrado después, teniendo un electrodo metálico en cada extremo. Pasados unos días, se aplicó una corriente de alto voltaje a los electrodos metálicos, y el espectro de la descarga eléctrica obtenida probó, sin duda alguna, la existencia de átomos de helio en el tubo. Las partículas alfa debían haber atravesado las paredes del tubo, almacenándose allí, y las partículas alfa tenían que ser átomos de helio. En realidad, sabemos hoy que las partículas alfa son núcleos de helio.

En 1911, Rutherford propuso su idea más revolucionaria relativa a la existencia del núcleo atómico. Hasta entonces se creía que el átomo era una esfera cargada positivamente, con electrones cargados negativamente, moviéndose en su interior. Dos de sus colaboradores descubrieron que, cuando se dejaba que muchas partículas alfa chocasen con una hoja fina de metal, varias de las partículas retrocedían, saltaban hacia atrás. Para explicarlo, Rutherford supuso que la carga positiva total del átomo se concentraba en un núcleo muy pequeño y que los electrones ocupaban el espacio externo del núcleo.

Esto, en 1911, era una idea revolucionaria, aunque hoy día está totalmente aceptada, y se la ha aceptado como el mayor cambio ocurrido en nuestra idea sobre la materia, desde el tiempo de los griegos. Esta teoría del núcleo sentó las bases para una nueva ciencia: la física nuclear.

En 1912, Niels Bohr, el gran científico danés, se unió a Rutherford, y desarrollaron el modelo atómico de Bohr, con lo que se logró una aceptación general del átomo nuclear. En 1914, estalló la primera guerra mundial, y los científicos hubieron de abandonar los laboratorios. Tras algún tiempo de ausencia de Manchester, Rutherford volvió a su investigación académica, en el laboratorio desierto, dando comienzo a su tercer período de descubrimientos. Y, en 1918, ya estaba convencido de que podía demostrar experimentalmente la trasmutación artificial del nitrógeno (es decir, el cambio del átomo de nitrógeno en un átomo diferente).

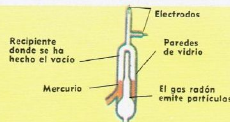
En 1919, Rutherford fue nombrado profesor del laboratorio Cavendish, de Cambridge, y rápidamente confirmó la certeza de dicha trasmutación artificial del nitrógeno. Para ello, hizo pasar partículas alfa provenientes del polonio, a través del gas nitrógeno; cuando una de ellas chocaba con un núcleo de nitrógeno, se desprendía un núcleo de hidrógeno y se formaba un núcleo de oxígeno. En 1920, llamó al núcleo de hidrógeno *protón*. Y, pese a la gran cantidad de trabajo experimental que desarrollaba, Rutherford se encontró más ocupado cada vez en dirigir y organizar la investigación científica. El Cavendish creció en tamaño y fama bajo su dirección, pero ahora los descubrimientos eran realizados por la serie de hombres que trabajaban a sus órdenes, a los que él ayudaba con entusiasmo e interés.

Ernesto Rutherford fue presidente de la *Royal Society*, desde 1925 a 1930, y, en 1931, fueron reconocidos públicamente sus grandes descubrimientos, mediante la concesión del título de Barón Rutherford de Nelson.

En plena actividad y con creciente optimismo en sus empresas científicas, la muerte sorprende a Rutherford, luego de una breve enfermedad, en octubre de 1937, siendo sus restos depositados en la abadía de Westminster.

Rutherford sólo puede ser igualado por Faraday en lo que respecta a la sencillez de los aparatos empleados, y su clara visión del significado de los resultados experimentales. Sus tres grandes contribuciones a la teoría atómica fueron:

1º) Descubrió las leyes principales de la radiactividad y la química de los elementos radiactivos naturales (1901-1906); 2º) descubrió el "núcleo" y ayudó al desarrollo del modelo nuclear del átomo (1909-1914), y 3º) descubrió la "trasmutación artificial" del nitrógeno (1917-1920).



Rutherford estableció la naturaleza de las partículas alfa, recogiéndolas en un tubo de vidrio donde se había hecho el vacío. Pasados unos días, el nivel de mercurio se había elevado, desplazando las partículas hacia la parte superior del tubo. El espectro de descarga entre los electrodos indicó la presencia de helio.

DETECCIÓN DE PARTÍCULAS ALFA

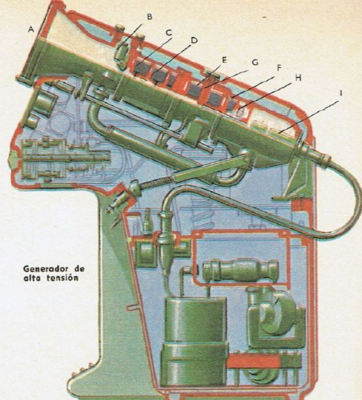
Una partícula alfa se puede detectar cuando choca con una pantalla de sulfuro de cinc, ya que produce una luz observable a través de un ocular (izquierda). Este método fue empleado por William Crookes.
Ernesto Rutherford, junto con H. Geiger, inventó un método eléctrico para detectar partículas simples. En el aparato (derecha), se introducían, por unos instantes, partículas alfa en la cámara "C". En esta cámara, el cilindro metálico "M" rodeaba el alambre aislado "W", y se aplicaba un voltaje alto entre "M" y "W". Cuando una partícula alfa chocaba con una molécula de gas en "C", la molécula perdía un electrón, y éste electrón era acelerado en el campo eléctrico, chocando con una segunda molécula de gas, con lo que se liberaba un segundo electrón. Y volvía a repetirse, varias veces, toda la operación. De esta manera, se obtenía un flujo de electrones, que podía detectarse como un impulso eléctrico.



Fuente de partículas alfa



La llave controla el número de partículas alfa que entran en "C"



A Pantalla fluorescente
B Caja de la película
C Lente proyectora
D Lente intermedia
E Lente del objetivo
F Lente condensadora
G Muestra
H Instrumento para centrar electrones
I Emisor de alta tensión

Corte de un microscopio electrónico.

MICROSCOPIO ELECTRÓNICO

Hay un límite, en el tamaño de un objeto, que el ojo humano puede distinguir a simple vista. Un cabello es fácilmente visible, pero sería de mucho mayor interés si el científico pudiera ver lo que hay en su interior: las células que lo forman, las moléculas y átomos.

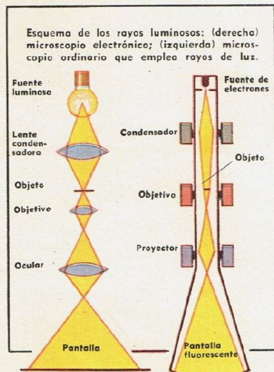
Desde que se inventó la primera lente de aumento, se han ido fabricando instrumentos de un poder de ampliación cada vez mayor. Nadie ha sido capaz de ver un átomo, aunque mediante un microscopio electrónico se han logrado ver grupos de moléculas. El ojo humano está subordinado a que le lleguen rayos luminosos para poder ver, por lo que es natural que los primeros microscopios también utilizaran la luz visible. Para la mayoría de los efectos prácticos, la luz visible se comporta como si viajara en línea recta, aunque en realidad su movimiento es ondulatorio, con longitudes de onda que oscilan entre 3.800 Å (luz violeta) y 7.600 Å (luz roja). Por tanto, cuando se está viendo objetos muy pequeños, predomina el efecto ondulatorio sobre el rectilíneo, produciendo, como resultado, una imagen borrosa en vez de una clara.

La capacidad de un instrumento óptico para distinguir entre dos puntos muy cercanos de un objeto (lo que se llama su *poder de resolución*), depende de la longitud de onda de la radiación que recibe el instrumento por parte del objeto. Cuanto más pequeña sea la longitud de onda, mayor es el poder de resolución. Debido a esto, se diseñaron instrumentos capaces de utilizar la luz ultravioleta, que tiene una longitud de onda más pequeña que la luz visible.

En estos instrumentos se usaron lentes de cuarzo, en lugar de las de vidrio, usadas normalmente en los microscopios; pero, pese a todo, ello no resultaba lo suficientemente adecuado para muchas aplicaciones. (El cuarzo permite que la luz ultravioleta lo atraviese, y el vidrio no). Por eso, con el objeto de obtener mayores ampliaciones, se desarrolló el microscopio electrónico.

La acción del microscopio electrónico depende de que un electrón móvil, que, normalmente se considera una partícula, puede comportarse también como si fuese una onda. Cuanto mayor sea la velocidad del electrón más pequeña es su longitud de onda. Si la velocidad es suficientemente grande, la longitud de onda efectiva puede ser, con facilidad, tan pequeña como 0,05 Å. Utilizando electrones de esta longitud de onda, en teoría sería posible ver objetos de sólo 0,025 Å de diámetro (es decir, con un diámetro de un cuarto de milmillonésima de centímetro), aunque, en realidad, los objetos más pequeños que se pueden ver con un microscopio electrónico tienen un diámetro de 10 Å. Como sucede con los rayos de luz, los electrones pueden ser enfocados; aunque no con lentes de vidrio, por lo que es necesario emplear otro tipo de lente. En el microscopio electrónico se utilizan imanes. Estos enfocan los electrones de la misma

Esquema de los rayos luminosos: (derecha) microscopio electrónico; (izquierda) microscopio ordinario que emplea rayos de luz.



manera que las lentes de vidrio enfocan los rayos de luz. El electrón cambia de dirección al pasar por un pequeño agujero situado en el centro de un imán circular, y entonces se produce el enfoque. Por supuesto, la imagen del electrón es invisible, pero esto se soluciona fácilmente usando una pantalla cubierta con un material fluorescente, que desprende luz cuando es bombardeado con electrones. También pueden usarse películas fotográficas, en vez de la pantalla fluorescente, para obtener una imagen que se conoce con el nombre de *microfotografía electrónica*.

Un buen microscopio *óptico* posee una lámpara como fuente de luz. Una unidad de lentes condensadoras (grupo de lentes) reúne esta luz para que ilumine la muestra a examinar colocada en su camino. La luz pasa con facilidad por las partes más transparentes de la muestra y es retenida por las más opacas. Estos huecos producidos en el recorrido de la luz son los que eventualmente dan lugar a la imagen. Después de atravesar la muestra, la luz es enfocada por las lentes del objetivo, produciéndose la imagen. Esta imagen es la que se ha de aumentar con otra lente llamada *ocular*. El microscopio electrónico es sencillamente una versión modificada de esta clase de microscopio.

La *fuente de electrones* es un *cátodo* metálico al que se aplica un voltaje negativo alto. Los electrones salen de este cátodo y se aceleran en un campo eléctrico existente entre el cátodo y el *ánodo* colocado frente a él. El ánodo va unido a tierra. Tiene un agujero en el centro para permitir que los electrones lo atraviesen. Se necesita una gran diferencia de potencial entre el cátodo y el ánodo (unos 100.000 voltios) para producir una gran aceleración, y este potencial se ha de mantener muy constante.

Después de pasar por el ánodo, los electrones continúan su camino a velocidad constante. Si chocan con algo, cambian su dirección y velocidad después del choque. Colisiones de este tipo son debidas a electrones moviéndose a diferente velocidad en diferentes direcciones. Esto es de poca utilidad. Idealmente, todos los electrones deben tener la misma longitud de onda, y los electrones con diferente velocidad, representan una diferente longitud de onda. Por tanto, han de eliminarse todos los obstáculos como polvo, partículas y moléculas de aire. No debe haber poros que permitan el paso del aire y se ha de mantener un buen vacío en el microscopio. En la práctica, aunque se tenga toda clase de precauciones, el aire se introduce en el aparato, y éste no está nunca completamente libre de polvo. Además, la corriente eléctrica que alimenta el cátodo debe de ser constante, ya que si no varía la velocidad de los electrones.

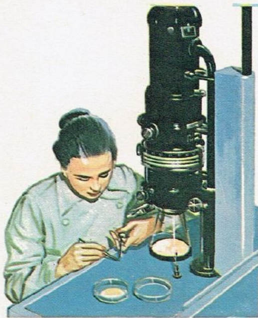
Tanto los campos magnéticos como las cargas eléctricas son capaces de desviar a los electrones de su camino, y las lentes electrónicas pueden fabricarse aprovechando cualquiera de estos principios. La mayoría de los microscopios llevan lentes magnéticas. En los microscopios ordinarios, las lentes se construyen para que tengan una determinada distancia focal. Las lentes del microscopio electrónico son en realidad bobinas electromagnéticas, en las que se puede variar la distancia focal efectiva variando la corriente eléctrica en las bobinas, y cambiando el campo magnético.

La *lente condensadora* concentra los electrones en la minúscula muestra. La imagen se forma en el objetivo, y se amplía mediante el *proyector*. Esta imagen se enfoca en la pantalla fluorescente cambiando la intensidad de la corriente que alimenta la lente del objetivo, alterando, por tanto, su distancia focal. La posición de la lente no varía.

Aunque maravilloso, el microscopio electrónico tiene aún sus defectos. El mayor de ellos es la *aberración esférica*. El centro de una lente enfoca de diferente manera que las partes externas. Mientras que la parte central de la imagen puede estar enfocada, la parte externa aparece totalmente borrosa. Las lentes de vidrio se pueden pulir especialmente para eliminar este defecto, pero con el microscopio electrónico (lo mismo que en las lentes económicas de aquel material) la única solución está en hacer la apertura más pequeña. Así sólo se permite el paso de un pequeño rayo de



Técnico manejando un microscopio electronico con el que puede fotografiar muestras aumentadas 200.000 veces.



Montaje de una muestra para su examen en el microscopio electrónico.

electrones y de esta manera se soluciona el problema presentado. Cuando atraviesa una lente una mezcla de luz de diferentes longitudes de onda, la imagen aparece orlada con un arco iris. Esto es debido a que la luz de diferentes longitudes de onda es enfocada a diferentes distancias de la lente. Cuando pasan electrones de diferente longitud de onda por una "lente electrónica", la imagen formada tiene los bordes difusos. Este defecto se denomina *aberración cromática*.

Se puede conseguir que los electrones se emitan todos a la misma velocidad, pero se desvían cuando se coloca en su camino una sustancia de cierto espesor. Al pasar por estas sustancias, los electrones rebotan muchas veces. En cada choque hay aumento de longitud de onda. La solución sería usar como portaobjeto una placa lo más fina posible.

Las lentes electrónicas también tienden a ser *astigmáticas*. Cuando los electrones pasan a través de una lente astigmática, son desviados más en una dirección que en otra. Este es un defecto fácil de observar y de corregir. Se comprueba el microscopio antes de colocar la muestra. Una lente perfecta proporciona una mancha circular en la pantalla. Si hay astigmatismo la mancha se deforma, transformándose frecuentemente en una línea. Esto se puede corregir del todo, ajustando las posiciones de los pequeños imanes compensadores que hay alrededor de las piezas polares de las lentes electrónicas. Aunque las lentes del objetivo producen una mayor distorsión de la imagen, el defecto también puede ser debido a las lentes del proyector.

A causa de que la muestra está siendo bombardeada constantemente por electrones, recoge polvo por atracción electrostática y se hace de mayor tamaño, algunas veces con tal rapidez que la fotografía se estropea antes de que la película haya sido expuesta suficientemente.

PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS

Preparar muestras suficientemente finas es un problema difícil, que se puede resolver según tres métodos distintos, dependientes del tipo de muestra. Pero sea cual fuere el método que se siga la muestra no se ha de dañar por un vacío.

Para obtener muestras de objetos sólidos, como la sección de una rama, se cortan tiras finas. Esto se puede hacer mediante un *micrótomo*, o, si se quiere conseguir que las secciones sean finísimas, construyendo una herramienta especial con un vidrio portaobjetos. Se practica una muesca en forma de V en el portaobjetos, el cual se rompe a continuación, proporcionándonos una superficie cortante extremadamente afilada. A veces las secciones se cortan a mano o montando la ramita en una rueda de alfarero de manera que quede cortada una sección cada vez que la rama pasa por la cuchilla. Las secciones son de un espesor menor de veinticinco millonésimas de milímetro, y por tanto se necesita una gran maestría para hacer cortes tan finos.

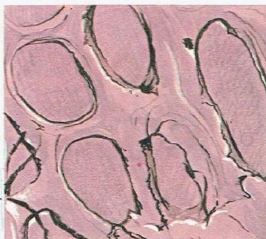
Partículas de pigmentos, bacterias, etc., no se pueden cortar. En este caso se debe colocar una fina capa de ellas sobre un soporte. El soporte se puede hacer vertiendo solución de plástico en una fina malla metálica. El plástico se solidifica y forma una película. También se puede preparar el soporte haciendo que una gota de solución plástica se evapore en un portaobjetos de vidrio despegando a continuación la película sólida. Se vierte una solución diluida de plástico sobre la muestra, colocada en el soporte, para fijarla en él, en una posición determinada, o también se puede esparcir la muestra sobre el soporte.

A veces se tiñen las muestras para resaltar mejor sus detalles. Para obtener el movimiento de las bacterias se puede usar un frío intenso, aunque esto está aún en una etapa experimental. Se ha desarrollado un filtro especial para reducir el efecto del haz de electrones y proteger las bacterias vivas, con lo que se pueden observar procesos tales como la división de las células.

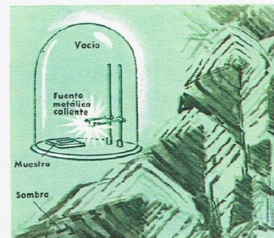
Una tercera técnica es la utilizada en la metalurgia para examinar las superficies de los metales. Dichas superficies pueden revelar muchas cosas: las estructuras cristalinas, los defectos que contribuyen a determinar la resistencia del metal y la manera en que se comportan cuando son sometidos a una tensión, etc. Se hacen *réplicas* muy finas de la superficie metálica. Si es preciso, el metal se ataca con ácido para que aparezcan mejor sus cualidades superficiales. Si no se ha de necesitar después la muestra, se vierte una fina capa de solución de plástico en su superficie. El disolvente se evapora y el plástico permanece. Luego, se disuelve el metal que excede de la parte inferior del plástico, con lo que queda un molde de plástico que se examina al microscopio. Si no se ha de destruir la muestra, se deposita una capa de carbón en la superficie. Esto se hace en vacío. El metal se coloca directamente bajo la fuente de carbón. El carbón se evapora de la fuente pasando una corriente entre dos varillas de carbón puestas en contacto; de esta forma se consigue una fina capa de carbón sobre la superficie de la muestra, capa que se despega después.

Para resaltar el detalle de una muestra, a veces se usa el *sombreado*. Esto se hace en vacío. La muestra se coloca a un lado de una fuente metálica calentada, con lo que el metal se deposita en partes de la superficie, mientras otras partes quedan en sombra.

Aunque en teoría el microscopio electrónico es muy sencillo, el construir uno eficaz presenta complicaciones y muchas dificultades técnicas. Desgraciadamente, esto hace que su precio sea elevado. Se continúa perfeccionando los actuales microscopios electrónicos introduciéndoles importantes mejoras.



Pared de una célula de madera de haya, aumentada de tamaño 12.500 veces en un microscopio electrónico.



Se deposita una sombra metálica en una réplica de una superficie de aleación de hierro, para obtener más contraste.

LOS PADRES Y SU DESCENDENCIA

LEYES DE MENDEL

La "primera ley de Mendel" establece que: "la descendencia (1ª generación) de dos razas puras es uniforme". La "segunda", que, "de cada par de factores opuestos, sólo uno de estos factores puede ser trasportado en una célula germinal". Y la "tercera", que: "cada uno de los factores que forman un par de caracteres opuestos puede combinarse con cualquiera de los que forman otro par". En otras palabras y para usar los propios ejemplos de Mendel, los guisantes lisos pueden ser verdes o amarillos, y lo mismo los guisantes rugosos.

Durante mucho tiempo ha preocupado al hombre saber cómo se transmitían los caracteres hereditarios, siendo un hecho fácil observar, al cual se ha dado siempre importancia, la repetición de peculiaridades físicas de los padres en los hijos. Ha intrigado siempre la forma en que se transmiten las características hereditarias de las distintas razas en los descendientes mestizos, por ejemplo: el color de la piel en los mulatos. La imaginación popular acudió (y acude todavía) a explicar el hecho por un fenómeno de *mezclas de sangre.* Así, no es raro oír hablar de *puras sangres* en razas de animales, o *mezclas* de sangre al explicar la hibridación humana y sus resultados. Esta analogía con las *mezclas* contribuyó enormemente a desorientar a los primeros investigadores de los fenómenos de la herencia, que concebían la hibridación o cruzas como una mezcla o fusión de caracteres distintos. Por primera vez en la historia, Gregorio Mendel, que examinaba los resultados de cruzamientos de distintas razas de guisantes, llegó a una explicación clara de los fenómenos de la herencia. Sugirió que los caracteres hereditarios se heredaban en forma de *factores,* que eran transportados por las células germinales o sexuales.

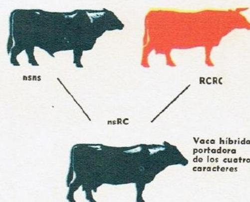
La explicación era totalmente distinta de la dada hasta entonces pues implicaba el considerar las características hereditarias como algo concreto y cerrado en sí. Es decir: sin posibilidad de mezcla y sólo susceptible de combinaciones diferentes. El éxito de Mendel se debe en gran parte a haber elegido para sus cruzamientos razas de plantas que sólo se diferenciaban en uno o dos caracteres, cuyo curso podía seguir con facilidad en las generaciones posteriores. Sus antecesores, cuando pretendieron estudiar la transmisión de caracteres por hibridación, tuvieron por el contrario la tendencia a elegir plantas que se diferenciaban lo más posible. Evidentemente, así los resultados eran "más novedosos", pero el gran número de caracteres hereditarios puestos en juego contribuía a desorientar profundamente a estos observadores, con lo cual, la teoría de las *mezclas* podía seguir en boga.

Como resultado de sus minuciosos y pacientes cruzamientos, Mendel llegó a establecer unas "leyes" que parecían gobernar los fenómenos de la herencia.

LOS GENES COMO PORTADORES DE LOS CARACTERES

Una experiencia de muchos años, ha probado que las ideas de Mendel eran correctas, e incluso les ha dado una explicación con base material. Lo que Mendel llamaba *factores,* se llaman hoy *genes.* Puede considerárselos como *mensajeros químicos* que transportan información desde los padres a la descendencia. Se ha podido comprobar que los genes no son una abstracción, sino que tienen una localización material en corpúsculos de las células, presentándose en estructuras filamentosas del núcleo de la célula, llamadas *cromosomas.* Cada gen, por ejemplo, el que controla el color de los ojos del hombre, se presenta en un determinado punto de un determinado cromosoma. Las células del cuerpo normalmente contienen una doble guarnición (o sea un doble juego) de cromosomas. Por ejemplo, el hombre tiene 23 pares de cromosomas. De esta forma existen dos genes para el color de los ojos. Si los dos genes son iguales (es decir, si los dos producen el mismo color de ojos, azul por ejemplo), el individuo que los posee se llama *homocigótico,* o puro, en lo que se refiere al color de los ojos. Si cada gen es de una clase (por ejemplo, un gen para el color azul y otro para el color marrón) el individuo es *heterocigótico,* o impuro, en cuanto al color de los ojos.

Al formarse las células germinales, los pares de cromosomas se separan, y cada uno de ellos va a una célula germinal. Las células germinales no tienen más

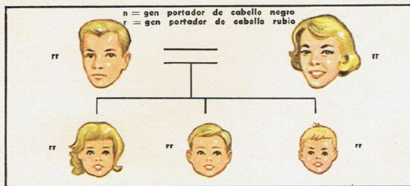


A causa de que el pelo negro y la falta de cornamenta son caracteres dominantes, toda la descendencia de este cruce será negra y carente de cuernos.

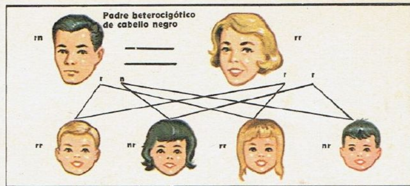
CÉLULAS GERMINALES

	ns	nC	Rs	RC
ns	nsns	nsnC	nsRs	nsRC
nC	nCns	nCnC	nCRs	nCRC
Rs	Rsns	RsnC	RsRs	RsRC
RC	RCns	RCnC	RCRs	RCRC

Cuando se cruzan dos animales vacunos heterocigóticos, resultan cuatro tipos de descendencia. Donde se presenta n, el animal es negro. En presencia de s, el animal carece de cuernos.



Los padres rubios pueden tener solamente hijos rubios, por no poseer genes portadores de cabello negro.



La madre trasmitirá un gen portador de cábello rubio a sus hijos, pero la mitad de ellos tiene un gen portador de cabello negro procedente del padre.

que un juego o guarnición de cromosomas, y por lo tanto de genes. Esto está de acuerdo con la segunda ley de Mendel: de cada par de genes sólo puede haber uno en una célula germinal. Cada cromosoma puede ir a una célula germinal acompañado de los otros que no forman pareja con él.

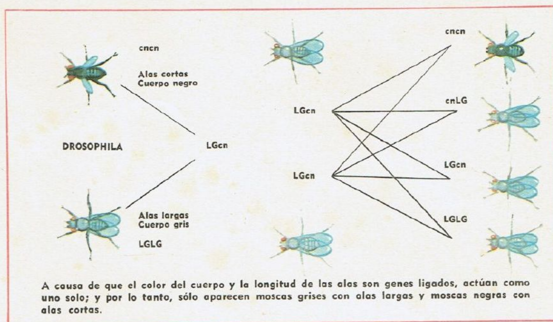
Se ha trabajado mucho en genética con la mosca de las frutas, *Drosophila*. Tiene la ventaja de presentar un ciclo vital muy corto, y una descendencia numerosísima. Además, presenta la particularidad de poseer enormes cromosomas en las glándulas salivares, muy fáciles de observar. Estudiando durante muchas generaciones estos enormes cromosomas, ha sido posible trazar "mapas" de ellos, y en estos mapas se han fijado los puntos donde están los diferentes genes. Las leyes de Mendel, han podido confirmarse tanto en la *Drosophila* como en numerosos animales y plantas.

Dichas leyes pueden utilizarse para predecir y explicar las características de una descendencia a partir de unos progenitores dados, siempre que las características en juego sean debidas a la acción de un gen o de varios genes. Es muy importante, a este respecto, distinguir entre las características que se deben a los genes o *efectos genéticos*, y las debidas a la acción del ambiente o *efectos ambientales*. Las primeras son hereditarias, mientras que las segundas no. Así, por ejemplo, viendo a una persona que tenga la piel morena, no podemos saber a primera vista si dicha coloración es una característica genética (en este caso, seguramente racial), o si se debe solamente a una estancia prolongada en la playa. En el primer caso, el color estará controlado por genes y se transmitirá a su descendencia.

En el hombre, el color del cabello (oscuro o rubio) está controlado por un gen. Si las células contienen un gen portador de cabello negro y un gen portador de cabello rubio, el primero enmascara los efectos del segundo, y el resultado es cabello negro. Por lo cual se dice que el gen portador de cabello negro es *dominante*, y el portador de cabello rubio, *recesivo*. Los caracteres que Mendel estudió en el guisante están controlados por genes dominantes o por genes recesivos. El cabello rubio se presentará solamente si ambos genes son portadores de cabello rubio; por lo tanto, si los dos progenitores son rubios generarán únicamente hijos rubios también, pues no pueden transmitirles genes portadores de cabello negro. Si los padres son ambos impuros para el color del cabello, tendrán aproximadamente una cuarta parte de sus hijos rubios. Si uno de los padres es genéticamente puro para el cabello negro, todos los niños lo tendrán negro también, ya que si existiese algún gen portador de cabello rubio sería dominado por el gen portador de cabello negro, presente siempre.

Algo parecido sucede con el color del pelo del ganado vacuno. El pelo negro domina al color colorado o rojo. El cruce entre un animal colorado y otro negro produce solamente una descendencia negra impura en la primera generación. Si se cruza entre sí esa descendencia, resultará aproximadamente una cuarta parte colorada, la mitad será negra impura, y otra cuarta parte será negra pura. La relación 3:1 de negro a colorado, se llama razón de los *monohíbridos*, a causa de que sólo se estudia un par de caracteres.

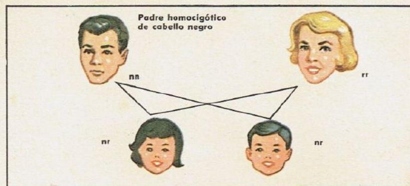
El ganado vacuno sin cornamenta es dominante sobre el que la posee, y un cruce entre un animal puro carente de ella (por ejemplo, un *Aberdeen Angus*), y otro colorado y cornado, produce una generación sin cuernos, impura y negra. A causa de que cualquier característica puede combinarse con otra cualquiera de otro par (tercera ley de Mendel), la segunda generación presentará cuatro tipos en la proporción de 9 negros sin cuernos; 3 negros con cuernos; 3 colorados sin cuernos; 1 colorado con cuernos. Esta relación es llamada razón de los *dihíbridos*. Cuando se consideran tres, cuatro o incluso más caracteres, se obtienen también proporciones fijas.



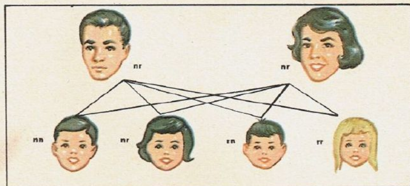
A causa de que el color del cuerpo y la longitud de las alas son genes ligados, actúan como uno solo; y por lo tanto, sólo aparecen moscas grises con alas largas y moscas negras con alas cortas.

DOMINANCIA INCOMPLETA

Los ejemplos vistos hasta ahora mostraban una dominancia completa de un gen sobre otro. Hay sin embargo ejemplos de dominancia incompleta. Cuando los genes opuestos coinciden en un mismo animal, actúan juntos para producir una forma intermedia. Algunos genes de la gallina andaluza actúan así. Dicha



Toda la descendencia en este caso tendrá el cabello negro, a causa de que todos los hijos tendrán un gen portador del carácter negro.



Dos progenitores heterocigóticos de cabello negro pueden tener hijos rubios en algunos casos.

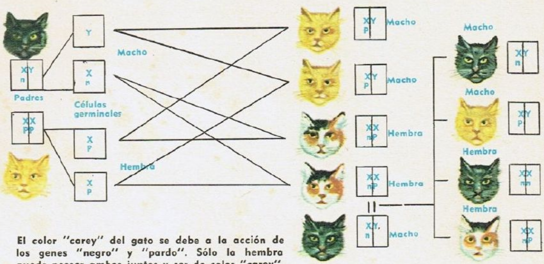
ave tiene un precioso colorido azulado, por lo cual es muy buscada por los criadores. El color se presenta cuando se cruzan formas negras con otras moteadas de blanco. Los genes que controlan la coloración actúan juntos para producir el matiz azulado. Cuando se cruzan entre sí las aves azules, los resultados son: una cuarta parte de negras, otra cuarta parte de blancas y la mitad azules. Es decir, la razón 3:1 de los monohíbridos, modificada a causa de la dominancia incompleta.

dominantes. Si en la segunda generación no hubiese ligamentos, habría que esperar, conforme a la tercera ley de Mendel, la aparición de moscas negras con alas largas y moscas grises con alas cortas. Sin embargo, y a causa del ligamento, sólo aparecen moscas grises con alas largas y moscas negras con alas cortas en la proporción de 3:1. Los genes ligados, por lo tanto, actúan como un solo gen y producen la razón de los monohíbridos que es típica de un solo par de caracteres.

sexos están separados, es normalmente un mecanismo genético el que decide si el individuo será macho o hembra. A pesar de que se ha dicho que en el hombre hay 23 pares de cromosomas, el varón tiene solamente 22 pares, más dos cromosomas especiales llamados los *cromosomas sexuales* o *cromosomas X e Y*. La mujer tiene dos cromosomas X, que hacen por lo tanto 23 pares verdaderos. Cuando se forman las células germinales, los pares se separan, de forma que cada célula germinal femenina (óvu-

CARACTERES LIGADOS AL SEXO EN LOS GATOS

El color "carey" o color jaspeado característico de un tipo muy apreciado de gatos, se presenta sólo en las hembras. Los genes para los colores "negro" y "pardo" son llevados por los mismos cromosomas, el cromosoma X. Existe entre ambos genes un caso de dominancia incompleta, y los dos juntos producen el color "carey". Como la hembra es la única que puede presentar los dos cromosomas X al mismo tiempo, ella es la única que puede presentar esta característica. Los machos son "pardos" o "negros" a causa de que poseen sólo un cromosoma X, y por lo tanto llevan el gen del color "negro" o del "pardo".



El color "carey" del gato se debe a la acción de los genes "negro" y "pardo". Sólo la hembra puede poseer ambos juntos y ser de color "carey".

LIGAMENTOS DE GENES

A causa del enorme número de genes que se necesita para producir todas las características de un animal, es natural que cada cromosoma lleve gran cantidad de genes. Debido a que los genes están *ligados* de esa forma en los cromosomas, no suelen separarse los de cada cromosoma al formarse las células germinales. En la mosca *Drosophila* el carácter de "alas cortas" y color negro del cuerpo están ligados. Cuando se cruza una de alas largas y color gris con otra de alas cortas y cuerpo negro, la primera generación es toda de alas largas y color gris, a causa de que estos factores son

El ligamento supone, por lo tanto, una limitación de las leyes de Mendel. Mendel mismo tuvo la suerte de que los factores estudiados por él en el guisante se presentasen todos distribuidos en cromosomas diferentes, como se ha podido comprobar después. De esta forma, sus experiencias resultaron mucho más comprensibles que si hubiese tropezado con un caso de factores ligados.

DETERMINACIÓN DEL SEXO

Muchos animales y la mayoría de las plantas son *hermafroditas*, es decir, poseen a la vez órganos masculinos y femeninos. En los organismos en que los

lo) contiene un cromosoma X. La mitad de las células germinales masculinas (espermatozoides) contendrán un cromosoma X y la otra mitad un cromosoma Y.

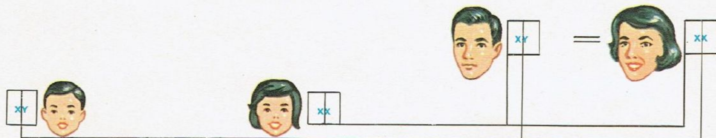
Si una célula germinal masculina que contenga un cromosoma X, se fusiona con un óvulo, se generará una hembra, mientras que si contenía un cromosoma Y se generará un varón. A causa de que los cromosomas X e Y están presentes en igual número en las células germinales masculinas, los niños y las niñas se producirán aproximadamente en la misma cantidad. No en todos los animales el sexo femenino corresponde a la combinación XX. En las

aves, la gallina es XY, mientras que el gallo es XX.

GENES LIGADOS AL SEXO

El cromosoma Y en el hombre apenas lleva otros genes que no se relacionen con el sexo, pero el cromosoma X, que es mayor, lleva algunos genes de otros caracteres. Las características que estos producen se llaman *ligadas al sexo*. El daltonismo o incapacidad para diferencial los colores, según lo cual quienes lo padecen no pueden distinguir el rojo del verde, es un ejemplo de ello. Este ningún otro gen en el cromosoma Y que pueda contrarrestar el efecto. La "ceguera" para los colores es, por lo tanto, transmitida por las mujeres. Un varón no puede transmitir el defecto a su hijo, ya que solamente el cromosoma Y va a éste. Existen otras enfermedades controladas por genes ligados al sexo, como la hemofilia o falta de coagulación de la sangre. Así se transmite, por ejemplo, también el tipo de calvicie llamado "calvicie precoz", que se presenta a partir de los 30 años, aunque su manifestación y modo de herencia tiene particularidades algo diferentes. cultivadas y de los animales domésticos, se conoce hoy día un número suficientemente grande de genes y la forma en que se trasmiten, valedero para poder dirigir el cultivo y la cría de unas y de otros y obtener los más provechosos resultados para el hombre.

Por otra parte, la genética humana ha conseguido conclusiones importantes relativas a genes que producen y transmiten diferentes enfermedades. Así, se ha podido conocer la forma de transmisión de enfermedades tales como el mongolismo, la braquidactilia (dedos cortos y deformes), distintos tipos de anemias;



gen es recesivo frente al de la visión normal, aunque las mujeres no sufren de daltonismo, excepto en el caso raro de que concurran a la vez dos genes portadores de él: o sea cuando le hayan transmitido uno de estos genes cada uno de sus dos progenitores. Sin embargo, la mujer actúa como portadora y puede transmitir este gen a su descendencia. Si un varón recibe este gen recesivo, sufrirá de daltonismo, ya que no tiene

LA GENÉTICA

Una vez que son conocidos los genes que controlan bastantes de las características de un organismo, se está en condiciones de manejar los cruzamientos de éste al objeto de poder producir los resultados que interesen. La ciencia que estudia la herencia de los caracteres se llama *genética,* palabra que deriva de *gen*, o factor hereditario. De las plantas

enfermedades del metabolismo, albinismo, etc. Sin embargo, hay otras cuyo estudio presenta mayores dificultades, pues aunque resulte claro el influjo de la herencia, existe una gran parte debida a la acción del ambiente. Este es el caso, por ejemplo, de las influencias de factores hereditarios, que algunos estudios han evidenciado, en la tuberculosis, en ciertas leucemias y en distintas clases de enfermedades nerviosas.

XY N — 8 = 8 — XX ND

X N | Y | Células germinales | X N | X D

XX NN 8 | XY N 8 | XX ND 8 | XY D 8 = XX NN 8

XY N 8 | XX ND 8 = XY N 8

XY D 8 | XX NN 8

La "ceguera" para los colores o daltonismo está ligada al sexo. En la enfermedad típica, las personas afectadas no distinguen el rojo del verde, de tal forma que la figura de dos colores "8" aparece ante ellos como de un solo color.

N = GEN PORTADOR DE VISIÓN NORMAL

D = GEN PORTADOR DEL DALTONISMO

N ES DOMINANTE Y CUANDO SE PRESENTA DOMINA A D.

Este niño recibió de su madre el gen del daltonismo, y lo transmitirá, a través de su hija, a su nieto

La hemofilia, enfermedad consistente en la falta de coagulación de la sangre, se transmite en la misma forma que el daltonismo.

Este niño es daltónico, como su abuelo

CLAVE DE LOS CARACTERES

n = negro	R = rojo o colorado	L = alas largas
r = rubio		G = gris
s = sin cuernos	c = alas cortas	N = visión normal
C = con cuernos	P = pardo	D = daltonismo

APARATO DE KIPP



Producción de ácido sulfhídrico con el aparato de Kipp para un análisis de sal. El aparato se guarda en la vitrina con tiraje para evitar que el gas llegue al laboratorio.

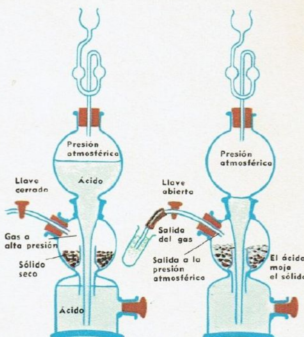
En cualquier laboratorio químico donde se efectúen análisis, debe haber una fuente de ácido sulfhídrico gaseoso que se pueda hacer funcionar cuando se desee. Por lo general, cuando se produce un gas en el laboratorio, el aparato debe montarse cada vez que se necesita el gas. Sin embargo, a veces no hay tiempo disponible para ponerlo en funcionamiento cuando se precisa. Para el ácido sulfhídrico, el aparato de Kipp resuelve este problema de modo adecuado. Y el mismo aparato se puede utilizar para suministros de anhídrido carbónico o de hidrógeno.

Aunque también suele necesitarse una fuente regular de otros gases, el aparato de Kipp sólo se puede usar para los tres gases mencionados. La razón radica en que para producir otros gases se necesita suministrar calor, lo que se halla fuera de las posibilidades del aparato de Kipp, ya que calentándolo se rompería. El flujo de gas se controla porque sólo se puede generar cuando un líquido se pone en contacto con trozos de sólido. De esta manera, se obtiene ácido sulfhídrico, hidrógeno y anhídrido carbónico. Cuando se separa el líquido del sólido, la produción de gas se detiene.

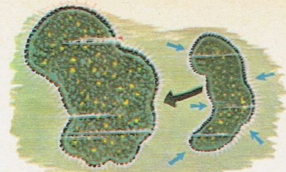
No se necesita calor para dicha obtención. Se tienen por la acción de ácidos en frío sobre trozos de sólidos. Para producir ácido sulfhídrico se utilizan trozos de sulfuro ferroso; trozos de mármol para producir anhídrido carbónico, y para obtener hidrógeno, cinc granulado. El aparato de Kipp se construye en vidrio grueso, y por lo regular tiene unos 50 cm. de altura. También se fabrica en otros tamaños. Básicamente consta de tres bulbos, colocados uno encima de otro. El sólido necesario para producir gas se sitúa en el bulbo central, quitando el bulbo superior y el tubo de vidrio unido a él. Estas dos partes se unen entre sí mediante un cono esmerilado. Para evitar que el sólido caiga al bulbo inferior, se coloca una pieza de vidrio entre éste y el bulbo medio. El tubo de salida de gas está situado en el bulbo central, y tiene una llave para regular la producción de aquél. Se abre la llave de gas y se añade ácido por el embudo de la tapa superior. La parte superior actúa de embudo para que el líquido vaya a la parte inferior. El líquido no pasa directamente desde la parte superior a la media sino primero a la inferior y de aquí a la media. Se añade suficiente ácido hasta que llene todo el bulbo inferior y suba a ponerse en contacto con el sólido colocado en el bulbo central. Se cierra la llave del gas. Al producirse éste, la presión generada dentro del bulbo, empuja el ácido al bulbo inferior y de aquí al superior. Cuando el líquido es separado del sólido, el gas deja de producirse. El aparato está ahora en condiciones de ser usado nuevamente. Cuando se necesite gas, se abre la llave del mismo. La presión del gas en el interior disminuye. Y al no haber ya una presión adicional para mantener el ácido en el bulbo superior, dicho ácido cae al bulbo inferior y se vuelve a poner en contacto con el sólido.

Cuando se cierra de nuevo la llave del gas, como el gas no puede escapar, la presión generada por éste empuja el líquido al bulbo superior. El aumento de presión cesa cuando todas las gotas de ácido dejan de actuar sobre el sólido.

Con el tiempo el ácido se debilita y el sólido se gasta. Los productos químicos necesitan reponerse. El ácido se extrae quitando el tapón del bulbo inferior, y después se saca el sólido. Esto debe hacerse en una vitrina con tiraje para evitar tener que respirar gases venenosos. Debido a las cualidades venenosas del ácido sulfhídrico y su desagradable olor a huevos podridos, es aconsejable guardar el aparato de Kipp en la vitrina.

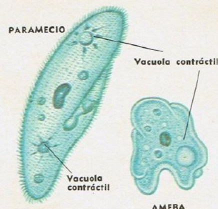


(Izquierda) Esquema de un aparato de Kipp en condiciones de ser usado. (Derecha) Esquema de un aparato de Kipp en funcionamiento.



LOS RESIDUOS ORGÁNICOS

Los invertebrados sencillos de agua dulce tienen más sales en el protoplasma que el agua en que viven. De esta forma, el agua tiende a penetrar en su cuerpo. Por lo tanto, deben eliminar el exceso de agua para evitar el hincharse o, incluso, reventar. La "ameba" y el "paramecio", como la mayoría de los protozoos, tienen una o varias vacuolas contráctiles que descargan agua.



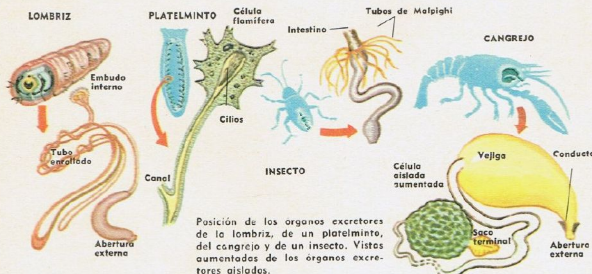
La eliminación de los residuos orgánicos está estrechamente relacionada con la regulación de la pérdida de agua en los animales. El agua es vital para todas las formas de vida, pues las enzimas que intervienen en todas las reacciones químicas que construyen los materiales vivos, sólo pueden actuar en un medio acuoso. Los animales que viven en tierra firme se enfrentan siempre con el problema de encontrar agua suficiente y de retener ésta. Por lo tanto, no pueden exponerse a perder demasiada agua en el material que excretan. Por el contrario, los animales que habitan en agua dulce tienen el problema opuesto, porque la concentración de los líquidos de su cuerpo es mayor que la del agua en que viven, por lo que el agua entra en sus tejidos por ósmosis. En estos animales hay distintos dispositivos para desembarazarse del agua innecesaria. Pueden eliminar grandes cantidades de ella en la orina.

La sustancia nitrogenada más importante de que deben desembarazarse los animales es el amoníaco. Éste se forma principalmente cuando los alimentos orgánicos que contienen nitrógeno, sobrantes para las necesidades del organismo, se utilizan como material energético y se degradan desprendiendo energía. El amoníaco es una sustancia muy venenosa, y debe eliminarse rápidamente o ser convertida en otra sustancia (por ejemplo: urea) menos peligrosa.

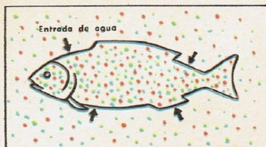
En muchos animales acuáticos sencillos, el amoníaco se difunde pasando del cuerpo al agua (el amoníaco se disuelve fácilmente en agua). Su eliminación por este procedimiento es rápida y eficaz. Actualmente, se sabe que la mayoría de los protozoos, por ejemplo, excretan principalmente compuestos de amoníaco. Algunos excretan urea ($CO(NH_2)_2$) y, en menor grado, uratos (sales de ácido úrico).

En muchos protozoos hay uno o varios espacios llenos de agua o *vacuolas contráctiles*. Éstas aumentan de tamaño, absorbiendo agua del protoplasma que las rodea, y después revientan, vertiendo su contenido al exterior. Es posible que los productos de desecho estén disueltos en el líquido vertido, siendo esto un medio de eliminarlos. Las vacuolas contráctiles son más comunes en los organismos que viven en agua dulce que en los que viven en el mar. Esto hace pensar que el papel más importante de estas vacuolas sea la eliminación de agua, ya que los organismos de agua dulce absorben agua en gran cantidad debido a la mayor concentración de sales y de sustancias orgánicas en su cuerpo que la existente en el agua que los rodea.

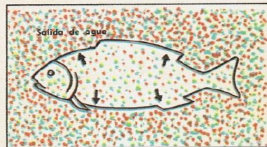
Los animales más complicados, como los platelmintos, tienen órganos excretores especiales. El sistema excretor de la mayoría de los platelmintos consiste en un par de canales, uno a cada lado del cuerpo, que desembocan en el exterior. Los canales se ramifican varias veces antes de terminar en los órganos de excreción. Éstos son muy delicados y se llaman *células flamíferas*. En el interior de cada célula flamífera hay un pincel de pelos finos *(cilios)* que tiemblan como una llama (de ahí el nombre de células flamíferas), y a consecuencia de ello, el agua, los materiales de deshecho y otras sus-



Posición de los órganos excretores de la lombriz, de un platelminto, del cangrejo y de un insecto. Vistas aumentadas de los órganos excretores aislados.



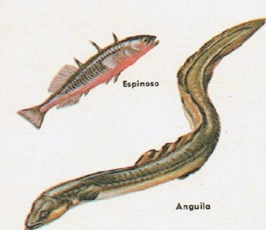
Los peces de agua dulce tienen los mismos problemas que los invertebrados de agua dulce. Tienen una cubierta impermeable de escamas, y en muchos de ellos (por ejemplo: la anguila) la piel produce grandes cantidades de "mucus", de forma que la entrada de agua queda prácticamente restringida a las branquias y a las mucosas bucales.



Los peces de mar se encuentran con el problema contrario, ya que la sangre del pez contiene menos sales que el agua del mar. Tragan grandes cantidades de agua del mar para obtener agua, pero tienen que eliminar la sal a través de las branquias.



Los animales terrestres se encuentran con problemas parecidos a los de los peces marinos: obtener agua suficiente y evitar su pérdida en los riñones y a través de la piel por evaporación. Las ranas tienen la piel húmeda y tienden a permanecer en la sombra. El aparato excretor de los pájaros está muy especializado para ahorrar agua. La cubierta dura e impermeable de los insectos actúa como obstáculo para la evaporación, y los tubos excretores absorben agua.







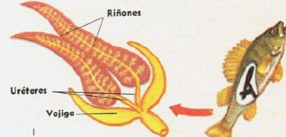
tancias pasan a la cavidad de las células flamíferas. En la parte inferior del tubo, determinadas sustancias son absorbidas, y la "orina" sale al exterior. Sin embargo, las células flamíferas se ocupan principalmente de la regulación del contenido líquido del platelminto.

En los gusanos anillados o anélidos (por ejemplo: la lombriz), los órganos de excreción se llaman *nefridios*, y hay un par de ellos por segmento. Hay una gran variación en su estructura, y pueden estar asociados íntimamente con tubos similares que sirven para la reproducción y que pueden desembocar aparte al exterior o en el interior de los tubos excretores. Pueden estar cerrados internamente o abrirse, por medio de un embudo, en la cavidad general del cuerpo. Los nefridios actúan normalmente como órganos de excreción y también regulan el contenido de líquidos orgánicos. En la lombriz, el intestino está cubierto de células amarillas que extraen los productos de deshecho nitrogenados (guanina) del torrente circulatorio. Cuando están llenas de productos de deshecho, se rompen y flotan en el líquido celómico, y las partículas más finas son llevadas al exterior por los nefridios. Los nefridios tienen un buen suministro de sangre, y la parte central del tubo extrae urea y amoníaco de la sangre, haciéndolos pasar a la orina. La concentración de la orina es inferior a la de la sangre, de forma que el agua innecesaria también se elimina. El embudo de cada nefridio no está abierto todo el tiempo. Posee un músculo circular o esfínter que se abre a intervalos para permitir la salida del líquido. Los materiales de deshecho pasan también al intestino, transportados por células especiales en forma de ameba.

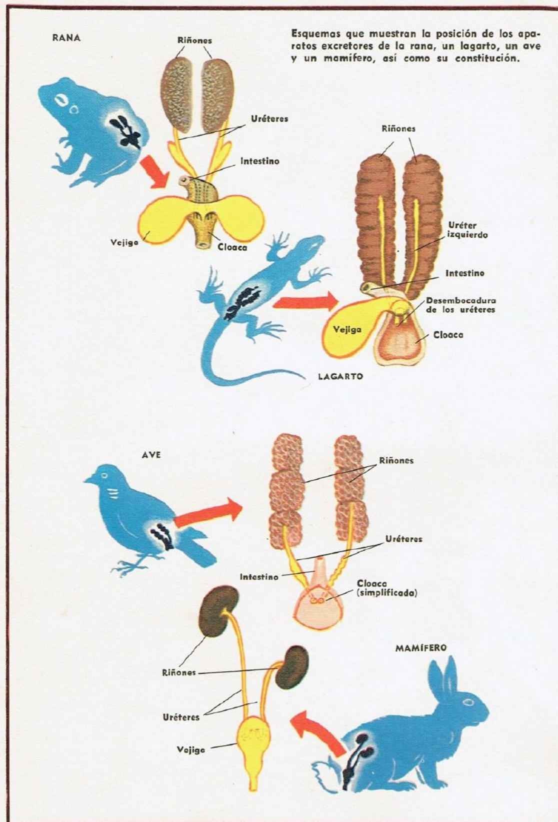
En los crustáceos (cangrejos y langostas), los principales órganos de excreción son dos pares de glándulas próximas a las antenas y piezas bucales. Raramente se presentan juntos; a menudo, un par funciona como "riñones" en la larva y el otro en el adulto. Por ejemplo: en los cangrejos y en las langostas, las glándulas asociadas con las antenas son los riñones del adulto, mientras que en la mayoría de los otros crustáceos adultos es el par asociado con las piezas bucales. Los órganos de excreción constan de un saco alargado *(saco terminal)* y un *conducto* que va al exterior. Con frecuencia, la anatomía es más complicada, especialmente en los cangrejos, langostas, quisquillas, etc. El agua, las sales y las sustancias de deshecho (por ejemplo: sales de amoníaco) pasan al saco terminal y a las partes superiores del tubo. Las sales útiles se reabsorben en la parte media del tubo para producir una orina muy débil, que contiene gran cantidad de agua. Por lo tanto, el órgano sirve para la excreción y eliminación de agua innecesaria que entra a través de las branquias. Esta última función de los órganos de excreción es más importante en los animales de agua dulce y, a causa de la gran dilución de la orina, las sales muy tóxicas como las del amoníaco no tienen efectos perjudiciales cuando están en el interior del aparato excretor.

La formación de una cubierta dura o caparazón en los crustáceos e insectos es otra forma de excreción. El caparazón contiene una gran cantidad de *quitina*, sustancia que tiene una estructura análoga a la de la celulosa, pero en la que existe amoníaco incorporado. Cuando el caparazón se desprende durante las mudas, el amoníaco se elimina.

La mayoría de los insectos tienen también un sistema de tubos excretores muy bien desarrollado: son los *tubos de Malpighi*, que están insertos en la unión entre el intestino medio y posterior. Se han encontrado cristales de ácido úrico en los tubos de Malpighi, probando que son responsables de la eliminación de materiales de deshecho de la sangre. Los tubos también reabsorben agua. Este proceso puede tener lugar en células especiales esparcidas a lo largo de su longitud o que se localizan en la mitad inferior de cada tubo. Hay también pruebas de que la orina pasa de alcalina a ácida al atravesar los tubos, de modo que éstos des-



Posición del aparato excretor de un pez y diagrama mostrando su estructura.



empeñan un papel en la regulación del pH (alcalinidad y acidez) de la sangre, de la misma forma que hacen los tubos del riñón humano.

Otra manera de excreción de los insectos consiste en la formación de cristales de ácido úrico en partes como las escamas de las alas (por ejemplo: mariposas blancas).

La mayoría de los insectos viven en tierra firme y, al ser pequeños, tienen una razón superficie/volumen elevada. Por lo tanto, la necesidad de conservar el agua que pueden conseguir al beber o en los alimentos, es crítica. Además de la acción de los tubos de Malpighi, otros dispositivos reducen la pérdida de agua o la absorben. En algunos insectos, por ejemplo, el agua se absorbe de la comida a través de las paredes del intestino. La cutícula impermeable también ha sido de importancia excepcional para el éxito de los insectos como grupo, a causa de la restricción de pérdida de agua que supone, impidiendo la evaporación.

En los vertebrados, el par de riñones son los órganos de excreción más importantes. Cada riñón se compone de un cierto número de tubitos formados de una *cápsula* y de un tubo. La cápsula tiene en su interior un nudo de capilares *(glomérulo)*, desde los cuales el agua, los productos de deshecho y las sales son conducidos por la fuerza del latido del corazón, al tubito, pasando a través de la pared de la cápsula. Distintas partes del tubo reabsorben el agua y otras sustancias esenciales.

Este es el modelo básico y la acción del riñón de los vertebrados, pero los problemas que se presentan a los distintos animales varían de acuerdo con las condiciones en que viven. Esto explica las diferencias en el desarrollo de los tubitos en las distintas especies.

Los peces de agua dulce se enfrentan con problemas parecidos a los de los invertebrados de agua dulce. Sus líquidos orgánicos están más concentrados que el agua en que viven. Por lo tanto tienen la tendencia a perder sales y absorber agua. Existen en ellos varias modificaciones que se oponen a estas tendencias.

Los peces óseos tienen una cubierta de escamas impermeables, y en muchos (por ejemplo: las anguilas) la piel produce grandes cantidades de "mucus". Por lo tanto, la entrada de agua en el cuerpo está fundamentalmente reducida a las agallas y a las mucosas de la boca. Los riñones tienen numerosos glomérulos para filtrar grandes cantidades de agua.

En los peces óseos que viven en el mar, el problema es el contrario, ya que la sangre contiene menos sales que el agua del mar. El pez debe, por lo tanto, retener agua y eliminar sales. Sus riñones tienen pocos glomérulos, para reducir la pérdida de agua en el proceso de filtración. Pero, además de eso, tragan grandes cantidades de agua de mar, desembarazándose de la sal que así adquieren por medio de células especiales eliminadoras de sal que existen en las branquias. También en las branquias pueden excretarse productos nitrogenados de deshecho.

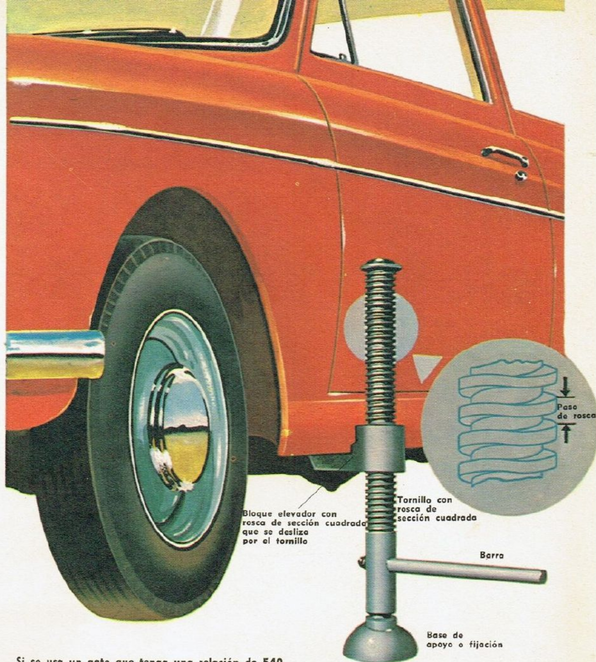
No se sabe cómo algunos peces, por ejemplo la trucha y el salmón, son capaces de combinar su vida en agua salada y en agua dulce, cuando acuden del mar a los ríos para desovar. Las anguilas europeas se trasladan para criar en dirección opuesta, es decir, abandonando los ríos para atravesar el Atlántico, en sus largas migraciones hasta el mar de los Sargazos.

Las ranas tienen la piel húmeda y, cuando vuelven al agua para reproducirse, ha de penetrarles gran cantidad de agua a través de la piel. Los riñones tienen muchos glomérulos (los tubitos son cortos), y se han realizado mediciones en la rana común que prueban que puede producir diariamente unos noventa gramos de orina, es decir, la tercera parte de su peso. Las ranas adultas excretan urea y de esta manera pierden menos agua que sus huevos y renacuajos, que eliminan amoníaco. El amoníaco es una sustancia mucho más peligrosa, y por consiguiente sólo puede permanecer en el interior de su cuerpo en concentraciones mucho más débiles. Las ranas y los sapos poseen una vejiga, en que se reabsorbe una cierta cantidad de agua.

Los reptiles (por ejemplo: los lagartos) excretan ácido úrico, aunque la mayoría de las tortugas excretan urea. Las cápsulas de los tubos renales son pequeñas, de modo que la cantidad de agua filtrada es pequeña. Existe una "vejiga" (en las tortugas y la mayoría de los lagartos) y, durante el tiempo que retienen la orina, reabsorben una gran cantidad de agua a través de las paredes.

Tanto las aves como los mamíferos tienen un buche absorbente hacia el centro de los tubos renales, y así producen orina concentrada. En los pájaros, la sustancia de deshecho nitrogenada que se excreta es el ácido úrico (sustancia casi insoluble). De esta forma, la pérdida de agua queda reducida casi a un mínimo. La *cloaca*, cavidad en la cual desembocan a la vez el intestino y los uréteres, está dividida en cámaras, de modo que el agua de las heces y de la orina se absorbe en gran parte.





Si se usa un gato que tenga una relación de 540 se puede elevar el lado de un coche con un esfuerzo de unos 3 kilos.

TORNILLOS

La mayoría de los automovilistas lleva en el coche un "gato" o crique para poder levantar el vehículo cuando éste sufre un deterioro. Aunque requiere más gastos de energía física usar un gato de tornillo (mecánico) que otro hidráulico, el primero puede llegar a ser muy reducido y fácil de guardar en el baúl del coche junto con las demás herramientas.

El tornillo no es más que una máquina sencilla que, como los elevadores, poleas y planos inclinados, se utiliza para elevar grandes cargas por aplicación de pequeñas fuerzas. Como en todas estas máquinas, la distancia a que es elevada la carga pesada es pequeña en comparación con la distancia en que se mueve el esfuerzo.

Un simple "gato" de tornillo consta de una varilla en la que se ha torneado un tornillo cuya sección de estrías es cuadrada, una base en la que aquél puede girar, y un bloque o tuerca, por el que la roca del tornillo se desliza. Este bloque tiene una forma apropiada para colocarlo debajo del coche. Cuando gira el tornillo mediante la varilla que pasa por un agujero del mismo el bloque se eleva o baja lentamente.

Una rosca de tornillo es un corte en espiral hecho en la varilla, por lo cual el tornillo se puede considerar como un plano inclinado arrollado en espiral. Por cada vuelta completa del tornillo, éste avanza la misma distancia. Esta distancia es el paso de *rosca* del tornillo, que también se puede hallar midiendo la distancia entre dos bordes adyacentes del mismo. El tornillo de un "gato" de unos 2 cm. de diámetro, puede tener unas 6 vueltas por cm., por lo cual el paso de rosca es de 1/6 cm. Así por cada vuelta completa de la barra, el bloque se mueve 1/6 de cm. arriba o abajo.

La *relación de velocidades* de cualquier máquina se halla dividiendo la distancia (e) que recorre el esfuerzo, por la distancia (altura) (l) a que se eleva la carga. Si la barra del "gato" es de unos 15 cm. de longitud, describirá un círculo de 15 cm. de radio en cada revolución completa. La circunferencia de este círculo es de unos 90 cm., así que la carga es elevada 1/6 de cm. por cada 90 cm. que se mueva el esfuerzo. La relación de velocidades del "gato" es

$$\frac{\text{e (distancia del esfuerzo)}}{\text{l (distancia de la carga)}} = \frac{90}{1/6} = 540$$

Aunque se mantenga limpia y bien engrasada la rosca del tornillo, existe aún una gran fricción entre el tornillo, el bloque elevador y la base del plato. Así la carga de 250 Kg. (que es el peso soportado por una de las cuatro ruedas de un coche familiar de tipo medio), se puede levantar con un esfuerzo de poco más de 1 Kg., si no hubiese fricción. En la práctica, el esfuerzo es de 3 a 5 Kg.

Debido a la gran magnitud de las fuerzas de fricción entre el tornillo y el bloque, la carga no se puede "desenroscar" por sí sola y caer por su propio peso. Esto quiere decir que se pueden usar aparatos que tengan tornillos no sólo para sujetar cosas, sino también para mantenerlas en estado de compresión. Prensas a tornillo y sujetadores se utilizan con este fin en la encuadernación de libros, encolado de juntas, etc.

LA REGLA DE CÁLCULO

Utilizar una regla de cálculo constituye un método rápido y adecuado de multiplicar y dividir números con una exactitud razonable. La regla de cálculo puede tener muchas escalas para fines específicos, aunque para multiplicar y dividir números sólo son necesarias dos de ellas. Generalmente, se las llama escalas *C* y *D*. La escala *D* está en el cuerpo principal de la regla, mientras que la escala *C* es la escala inferior de la regla móvil.

La escala de una regla ordinaria, suele tener las unidades espaciadas equidistantemente. Debido a ello dos de estas reglas pueden formar una regla de cálculo capaz de sumar y restar. Sin embargo, las unidades de las escalas *C* y *D* de una regla de cálculo no están espaciadas por igual. La distancia, por ejemplo, entre el 2 y el 3 en estas escalas, es mayor que la distancia entre el 3 y el 4. Son escalas *logarítmicas*.

Los números de las escalas están desigualmente espaciados para que sus logaritmos estén *espaciados por igual*. Los números de las escalas varían de 1 a 10. Los correspondientes logaritmos (que se pueden comprobar con tablas) varían entre 0,0 y 0,1.

Los espacios de las correspondientes escalas logarítmicas son similares a los espacios de las reglas corrientes, es decir, están espacia-

MULTIPLICACIÓN

Logaritmos espaciados por igual

0 0·1 0·2 0·3 0·4 0·5 0·6 0·7 0·8 0·9 1·0 1·1 1·2 1·3 1·4 1·5 1·6 1·7 1·8 1·9 2·0

1 2 3π 4 5 6 7 8 9 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

Números espaciados logarítmicamente

Logaritmos de los números

Los números de las escalas de la regla de cálculo usados para multiplicar y dividir están marcados logarítmicamente; sus logaritmos (en realidad no están marcados en la regla de cálculo) forman una escala uniformemente espaciada.

Primera posición del cursor — Log. 4,14 — Posición final del cursor

Para multiplicar 1,5 por 4,14, se sitúa el "1" de la escala "C" (móvil) frente a la marca de 1,5 de la escala "D". Se desliza el cursor hasta 4,14 en la escala "C" y coincide con 6,21 en la escala "D", que es la respuesta.

ESCALA "C"
ESCALA "D"

Log. 1,5 — Log. 1,5 + log. 4,14 = log. (1,5 × 4,14) = log. 6,21

Log 7,9 — Posición final — Primera posición del cursor

Cuando se trata de multiplicar 1,5 por números mayores, por ejemplo 7,9, la respuesta puede caer al final de la escala "D". Si esto sucediera, se coloca la parte móvil de la regla para que el 10 coincida con el 1,5 de la escala "D". Esto multiplica el número de la escala "D" por 10. El número que coincide con 7,9 en la escala "D" es 1,185, por lo que la respuesta es 1,185 × 10 = 11,85.

ESCALA "C" — ESCALA "D"

Log. 1,5

Log. 1,5 + log. 7,9 = log. (1,5 × 7,9) = log. 11,85



dos por igual, y como en el caso de las dos reglas ordinarias, dos escalas logarítmicas que se puedan desplazar entre sí, se pueden usar para sumar y restar logaritmos.
El sumar los logaritmos de dos números es lo mismo que multiplicar estos números entre sí. Restar un logaritmo de otro, es igual que dividir ambos números. El procedimiento para multiplicar y dividir usando tablas de logaritmos, consiste en buscar primero el logaritmo de los números, sumar o restar según convenga, y después buscar el antilogaritmo (el número que corresponde al logaritmo dado) del resultado.
En una regla de cálculo no es necesario buscar logaritmos o antilogaritmos. Esto se ha tenido en cuenta al colocar los números en las escalas *C* y *D* de una manera particular. Por ejemplo, el 3 en cualquiera de las dos escalas está marcado a 0,4771 (es decir, el logaritmo de 3) de la longitud de la escala. Multiplicar por 3 quiere decir añadir la longitud de 0,4771. Los números se multiplican (y los logaritmos se añaden) desplazando una escala sobre la otra; se utiliza el *cursor* trasparente para alinear las marcas con más exactitud.
Las reglas de cálculo ordinarias suelen tener hoy en día la misma precisión que una tabla de logaritmos de 4 cifras. La precisión depende simplemente de cómo pueda el usuario juzgar una fracción de una división de la escala. Cuanto mayor sea la regla, más exactos son los resultados que se obtienen con ella, ya que las divisiones son mayores.
Algunos de los usos de las otras escalas de la regla de cálculo se explicarán en artículos futuros.

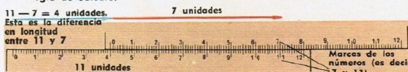


El total es 2 + 8 = 10 unidades

Una regla corriente se puede usar para sumar dos números. Para sumar 2 se corren dos unidades. Para sumar 8 al anterior se corren otras ocho, con lo que la suma es 10.



Esto se torna más fácil si se usan dos reglas (usando, claro está, dos escalas iguales en ambas). En una de las reglas se representa un número y en la otra regla el otro. Ambas reglas forman una especie de regla de cálculo.



Las dos reglas se pueden usar para restar números. Se hace coincidir la marca de los números, por ejemplo 7 y 11, y la respuesta se lee en el punto de una escala donde está el cero de la otra, es decir 4.

MULTIPLICACIONES Y DIVISIONES SUCESIVAS

Importa mucho en el manejo de la regla de cálculo conseguir la máxima velocidad y exactitud en las operaciones, procurando realizar cada una con el menor número posible de movimientos, puesto que la imprecisión del resultado será tanto mayor, cuantas más veces se haya tenido que mover la reglilla durante el ejercicio. Por esta razón, cuando se trata de calcular un número dado por una expresión de la forma

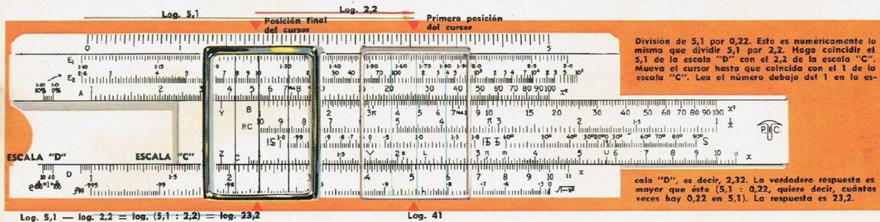
$$\frac{a \times b \times c \times d}{m \times p \times q}$$

es lo más práctico operar en zig-zag, es decir, con arreglo al croquis

a b c d / m p q (zig-zag)

DIVISIÓN

Un número se divide por otro deslizando las reglas que coincidan los números y comparando después sus longitudes. La respuesta es la diferencia en longitud. Análogamente, si se comparan las longitudes correspondientes a sus logaritmos, la diferencia entre ellos es el resultado de dividir uno por otro.



División de 5,1 por 0,22. Esto es numéricamente lo mismo que dividir 5,1 por 2,2. Haga coincidir el 5,1 de la escala "D" con el 2,2 de la escala "C". Mueva el cursor hasta que coincida con el 1 de la escala "C". Lea el número debajo del 1 en la escala "D", es decir, 2,32. La verdadera respuesta es mayor que ésta (5,1 : 0,22, quiere decir, cuántas veces hay 0,22 en 5,1). La respuesta es 23,2.

Primera posición del cursor — Posición final — ESCALA "C" — ESCALA "D"

Frecuentemente sucede que el 1 de la escala móvil cae fuera de la escala "D", pero el 10 cae dentro. El número de la escala "D" que coincide con el 10 de la "C" es la respuesta. Por ejemplo: 41 : 8,9. El "dividendo" (el número que se va a dividir), siempre se pone en la escala "D". Un rápido cálculo nos indica que la respuesta ha de estar entre 4 y 5. Se hace coincidir, con el cursor, el 41 de la escala "D" con el 8,9 de la "C". La respuesta es el número opuesto a 10 en la escala "D", es decir, 4,6.

Log. 41 — log. 8,9 = log. (41 : 8,9) = log. 4,6

Log. 8,9

procediendo del siguiente modo: se divide a por m; el resultado se multiplica por b; el producto obtenido se divide por p; el cociente se multiplica por c, y así sucesivamente. Los resultados de las operaciones intermedias no es necesario leerlos, bastando sólo con colocar el cursor en el punto obtenido y continuar la operación llevando a la línea del cursor la correspondiente división de la reglilla.

Para que se pueda ver con claridad este modo de operar, expondremos algún ejemplo, detallando uno por uno todos los movimientos, que el lector deberá repetir con la regla en la mano. Las operaciones habrán de realizarse sólo con las escalas C y D.

I. Calcular la expresión

$$\frac{2{,}35 \times 4{,}81 \times 7{,}26}{3{,}42 \times 8{,}37 \times 1{,}45}$$

La operación se realiza en la siguiente forma:

1º Se coloca el cursor en la división 2,35 de la escala D.

2º Se mueve la reglilla, sin tocar el cursor, hasta que quede debajo de éste la división 3,42 de la escala C; así se habrá dividido el número 2,35 por 3,42.

3º Sin mover la reglilla, se lleva el cursor a la división 4,81 de C; de este modo se habrá multiplicado el cociente antes obtenido, por el número 4,81. (Como comprobación puede verse que la línea del cursor señala sobre la escala D un valor comprendido entre 3,30 y 3,31, valor del producto expresado, y que no es necesario leer.)

4º Se deja fijo el cursor en el punto en que ha quedado colocado al efectuar la operación anterior, y se mueve la reglilla hasta que caiga debajo de la línea del cursor el número 8,37 de la escala C; así se habrá efectuado la división por este número.

5º Se corre el cursor hasta que su línea coincida con la división 7,26 de la escala C de la reglilla. (Para comprobar el lector si ha realizado bien este movimiento, puede ver que la línea del cursor señala sobre la escala D el número 2,87, valor del producto que se acaba de realizar, y que no debe leerse.)

6º Se mueve la reglilla, hasta que la división 1,45 de la escala C caiga debajo de la línea del cursor. Con esto se habrá dividido el producto antes obtenido por el número 1,45; el cociente de esta división, cuyo valor, 1,98, se lee en la escala D, debajo del extremo 1 de la C, será el resultado de la operación propuesta, teniéndose, por tanto,

$$\frac{2{,}35 \times 4{,}81 \times 7{,}26}{3{,}42 \times 8{,}37 \times 1{,}45} = 1{,}98$$

II. En este segundo ejemplo se presenta la operación denominada *salto de la reglilla*, en la que debe el lector fijarse, pues es muy frecuente que sea necesario realizarlo.

Supongamos que deseamos calcular la expresión

$$\frac{2{,}51 \times 2{,}18 \times 7{,}49}{8{,}47 \times 5{,}82};$$

procediendo en la misma forma que en el caso anterior, operaremos del siguiente modo:

1º Se lleva el cursor a la división 2,51 de D.

2º Se corre la reglilla hasta que la división 8,47 de C caiga debajo de la línea del cursor, coincidiendo, por tanto, con la 2,51 de D.

3º Al buscar la división 2,18 sobre C, para colocar en ella la línea del cursor, vemos que no es posible hacerlo, por caer fuera de la regla; para poder continuar hay que hacer saltar la reglilla, lo cual se realiza llevando el cursor al extremo 10 de C, y moviendo la reglilla hasta que el extremo 1 de C quede colocado debajo de la línea del cursor. Con esto se ha efectuado la multiplicación por 10, lo cual equivale a correr un lugar la coma en el resultado.

4º Una vez efectuado el salto de la reglilla, se continúa la operación, llevando el cursor a la división 2,18 de C.

5º Se mueve la reglilla, hasta que la división 5,82 de C queda situada debajo de la línea del cursor.

6º Se lleva el cursor a la división 7,49 de C, y debajo de la línea del cursor, una vez colocado en esta posición, se leerá sobre la escala D el número 8,31; luego el valor buscado es 0,831.

Al leer explicaciones como las que preceden, podrá pensarse que han de resultar complicadas las operaciones descritas; pero si el lector tiene cuidado de seguir al pie de la letra los movimientos indicados, verá cómo, al cabo de algún tiempo de práctica, realiza mecánicamente los diversos movimientos, y alcanza el resultado con toda precisión.

Un buen método a seguir para adquirir práctica, consiste en operar primero con números enteros, de una cifra, y pasar después a los decimales, a medida que se consiga el hábito de operar.

Proporciones. Una proporción

$$\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$$

es una igualdad entre dos cocientes; esta consideración nos proporciona un medio muy sencillo para calcular el valor de un término cualquiera, conocidos los otros tres, mediante una sola posición de la regla. Si ponemos la división correspondiente al número a, de la escala C, encima de la que corresponde al b en D, llevando el cursor a la división c de C, la línea del cursor marcará en C el cuarto término d, de la proporción, que es la incógnita.

Ejemplos: 1º Calcular el valor x definido por la proporción

$$\frac{34{,}2}{2{,}71} = \frac{72{,}5}{x}.$$

Colocaremos el cursor en la división 2,71 de la escala D; moveremos la reglilla hasta que el número 3,42 de la escala C caiga debajo de la línea del cursor; una vez puesta la reglilla en esta posición, llevando el cursor a la división 7,25 de C, leemos en D, debajo de la línea del cursor, el valor

$$x = 5{,}74$$

2º Dada la proporción

$$\frac{0{,}241}{87{,}2} = \frac{0{,}0586}{x}$$

calcular el valor de x.

Procediendo en la misma forma que en el caso anterior, colocaremos el número 2,41 de C de manera que coincida con el 8,72 de D, y al intentar llevar el cursor a la división 5,86 de C, nos encontramos con que esta división cae fuera de la regla; haremos, por lo tanto, saltar la reglilla, y entonces podremos ya hallar debajo de la división 5,86 el valor

$$x = 21{,}2$$

3º Distribuir el número 6842 proporcionalmente a los números 128, 243 y 461. Habrá que resolver el sistema de ecuaciones

$$\frac{128}{x} = \frac{243}{y} = \frac{461}{z} = \frac{832}{6842}$$

para lo cual llevaremos el número 8,32 de C sobre el 6,84 de D, y debajo de la división 128 de C leeremos en D el valor de x; el de y se leerá debajo del número 243, y el de z correspondiéndose con el 461; así se tendrá

$$x = 1052,\ y = 1998,\ z = 3790.$$

POSICIÓN DE LA COMA DECIMAL

La regla de cálculo da los números del resultado correctos, pero no nos dice dónde está la coma decimal. Ésta se puede hallar por sentido común. También se puede hacer la "cuenta elemental" con los dedos. Si se multiplica, súmese el número de cifras que tiene cada factor antes de la coma. Si el final de la escala móvil sale por la parte izquierda de la regla, esta suma es el número de cifras enteras del resultado. Si la escala móvil cae a la derecha, réstele uno.

Si se divide, réstese el número de cifras enteras del número inferior (el "divisor") de las del número superior. Esto da el número de cifras del resultado si la escala móvil cae a la izquierda, y si aparece a la derecha se añade uno.

Nº	Nº de cifras
690,3	3
69,03	2
6,903	1
0,6903	0
0,06903	— 1
0,006903	— 2

Esta tabla indica el número de cifras de una serie de números.

MULTIPLICACIÓN

Ej.: 0,07 × 154,0 = alrededor de 10,80. El Nº de cifras — 1 + 3 = 2. Por tanto hay dos cifras delante de la coma decimal en el resultado.

Ej.: 16 × 0,6 = 9,6. Número de cifras 2 + 0 = 2. — 1 = 1 (ya que la regla cae a la derecha).

DIVISIÓN

Ej.: $\frac{0{,}00016}{3{,}142}$ = alrededor de 0,000051. El Nº de cifras es — 3 menos + 1 = — 4.

Ej.: $\frac{780{,}0}{5{,}8}$ = alrededor de 134,5. El Nº de cifras es (+ 3 menos + 1) = 2 más 1 = 3 (ya que la escala móvil cae a la derecha).

NUEVAS REALIDADES, NUEVOS TÉRMINOS

LA CENTRIFUGACIÓN

Una forma de separar las partículas que están suspendidas en un líquido consiste en dejarlo en reposo, con lo que dichas partículas se depositarán en el fondo al cabo de cierto tiempo, simplemente, por acción de la gravedad. Este proceso de separación, que se denomina **decantación**, es una operación frecuente en la industria. Sin embargo, presenta graves inconvenientes; entre ellos, que se necesitan grandes depósitos para reposar los líquidos y que el tiempo de operación puede ser muy largo cuando las partículas que se trata de separar son excesivamente pequeñas, e incluso en ocasiones no se logra la decantación.

Para resolver estos problemas se desarrollaron las **centrífugas,** cuyo objeto primordial es el de aumentar por medios artificiales la fuerza de la gravedad que opera sobre el líquido y sus partículas, con lo que la tendencia de éstas a depositarse se multiplica paralelamente.

Esta gravedad artificial se logra por fuerza centrífuga, sometiendo la suspensión a un movimiento circular de gran velocidad. Se puede conocer y ajustar perfectamente a cada problema la fuerza correspondiente, que suele expresarse en **unidades g** o campos gravitatorios, es decir, una centrifugación a 2.000 g significa que se está aplicando al líquido una fuerza equivalente a 2.000 veces la fuerza de la gravedad.

Es interesante señalar que los datos de una operación expresados en revoluciones por minuto, como aparecen frecuentemente en publicaciones técnicas, no indican nada concreto, puesto que, por ejemplo, 5.000 r. p. m. en una determinada centrífuga proporcionan los mismos **g** que otra centrífuga distinta operando a 3.000 r. p. m.

Esto sucede porque la fuerza centrífuga depende no sólo de la velocidad angular de la máquina, sino también del radio de giro.

La expresión matemática que relaciona todas estas velocidades es la siguiente:

$$F = \frac{S^2R}{89500}$$

en donde **F,** es la fuerza centrífuga expresada directamente en unidades gravitatorias **g, S** la velocidad de la máquina en revoluciones por minuto y **R** la distancia en centímetros del radio de rotación.

Por tanto, para reproducir un proceso de centrifugación que viene descrito en revoluciones por minuto, es necesario conocer la máquina (y por tanto, su radio de giro) que se ha utilizado. Con estos datos se calculan los **g** y se puede reproducir la operación en cualquier otra centrífuga parecida.

Con las centrífugas no sólo se ha resuelto la separación rápida de multitud de suspensiones, sino también el problema de los depósitos, puesto que existen centrífugas que operan a flujo continuo, es decir, entra el líquido por una parte en su interior y por otras salen los lodos o precipitados y el líquido clasificado. El rendimiento de tales máquinas puede ser muy elevado, 50.000 o más litros por hora, lo que significa una gran economía en todos los aspectos (espacio, tiempo, materiales, etc.), aparte de la ventaja que supone en química industrial el poder realizar un proceso en régimen continuo.

Pero el adelanto en esta técnica ha llegado a límites insospechados. En la actualidad se dispone de centrífugas refrigeradas muy necesarias para la separación de materiales hábiles (sustancias biológicas, alimenticias, etc.). Por otra parte, existen centrífugas con las que se consiguen fuerzas centrífugas superiores a 200.000 g. (¡Doscientas mil veces la fuerza de la gravedad!) Estas máquinas suelen operar a vacío, ya que el rozamiento del aire impediría la enorme velocidad necesaria para alcanzarlas y, en el mejor de los casos, generaría una cantidad de calor excesiva.

Es fácil suponer que las posibilidades de separación que ofrecen estas centrífugas, cuya operación se puede programar y cumplir automáticamente, son inmensas. Incluso existen centrífugas, las centrífugas analíticas, que pueden separar las moléculas de diversos productos en solución verdadera (no en suspensión), a causa de sus diferentes pesos moleculares.



CORREO DE LECTORES

MADERAS RESISTENTES

Desearía que me informasen cuál es la madera más fuerte que se conoce. — L.M.S.

El término "fuerte" es un poco impreciso, pero trataremos de informarle sobre ese aspecto.

Si se considera como guía de "fortaleza" el módulo de ruptura, es decir, la carga que soporta por unidad de superficie para que se quiebre, probablemente la madera más fuerte sea el nogal americano (**Hicoria ovata**), que resiste unos 14 Kg. por mm^2. Le sigue muy de cerca, e incluso le supera si tomamos otro criterio de fortaleza, el árbol de hierro (**Rhamnidium ferreum**), con un índice de ruptura de 13,1 Kg./mm^2, peso cuyo módulo de elasticidad (carga límite que soporta para que pueda recobrar su posición original) es un 35 % superior al del nogal americano. Como dato curioso, le diremos que el árbol de hierro tiene una densidad superior a la del agua y constituye, por tanto, una madera que no flota.

Otras maderas fuertes son las de algarrobo, roble, níspero y caoba.

EL ANHÍDRIDO CARBÓNICO NO ES VENENOSO

Me interesaría obtener información sobre el carácter venenoso del anhídrido carbónico. — A.M.C.

El anhídrido carbónico, o bióxido de carbono, CO_2, en realidad, no es un gas venenoso, aunque son relativamente frecuentes las muertes debidas a él. Usted, probablemente, recuerda la aparición de noticias en los periódicos, relatando accidentes de este tipo, y por ello piensa en seguida en un veneno. A este respecto, los accidentes más frecuentes les suceden a operarios de bodegas en donde fermenta el vino, debido a haberse descuidado e introducido en un ambiente ocupado por CO_2 (producto que se libera en la fermentación). Entonces, ¿por qué mueren? Simplemente, por asfixia, es decir, por ausencia de oxígeno, ya que el bióxido de carbono es un gas más pesado que el aire y desaloja a éste de los recintos en donde se introduce. Como usted puede apreciar, el bióxido de carbono no es venenoso y lo prueba el hecho de que su toxicidad límite se encuentra en la concentración de 5.000 p.p.m. (partes por millón), cifra elevada, concretamente 500 veces superior a la del ácido cianhídrico; es decir, el CO_2 es 500 veces menos tóxico que este gas.

El producto parecido, verdaderamente tóxico, es el monóxido de carbono, CO, que se libera en la combustión incompleta de la madera y del carbón, etc. Su toxicidad es de 100 partes por millón. Es el gas que se expulsa, por ejemplo, por los tubos de escape de los automóviles.

METALES POCO FRECUENTES

¿Qué es el niobio? — R.T.

Su nombre, como el de otros elementos, deriva de personajes mitológicos; en este caso, de Niobe, hija de Tántalo. Se trata de un metal gris, cuyo símbolo químico es Nb. Tiene un peso atómico de 92, y número atómico 41; funde a 2.500°C, y su peso específico es de 8,4.

Fue descubierto en 1801 por Hatchett, pero el mineral que lo contenía no se envió a Inglaterra hasta casi un siglo después.

El niobio se encuentra en forma de columbita, incluido en rocas volcánicas. Agregado al acero inoxidable le confiere notable resistencia a la corrosión, incluso a temperatura elevada, por lo que su uso se ha extendido bastante. En la actualidad, el mineral de interés industrial procede de Africa.

El metal, cuya valencia es 3 ó 5, forma un óxido ácido, Nb_2O_5, del que se derivan algunas sales.



CORREO DE LECTORES

Comunique sus dudas u objeciones a **TECNIRAMA,** a la dirección del distribuidor en su país. No olvide indicarnos cuáles son los temas de lectura que prefiere.

HUMEDAD AMBIENTAL

¿Cómo se puede eliminar la humedad excesiva de un local? — A.M.S.

La humedad excesiva de un recinto depende de diversas causas. Algunas veces se debe a que el local está situado en un sótano o semisótano, lugares propicios a las filtraciones de agua de lluvia, y cuyos suelos conservan mucho la humedad. El problema debe haberse previsto al proyectar y construir el edificio, destinando a estos lugares materiales de construcción especiales. A este respecto, se suelen utilizar hoy día revestimientos de plástico, que se aplican por pulverización, realizándose la formación de la película continua, en el mismo muro; encima de esta capa se lleva a cabo el enduido y acabado final.

Otras veces, la humedad procede del ambiente. La situación geográfica de algunas ciudades, la cercanía de playas o ríos, etc., provoca un alto contenido de humedad en el aire. En tales casos, el problema se resuelve con acondicionadores de aire, que no sólo proporcionan una temperatura agradable (aproximadamente, 18° C, 20° C), sino también el grado de humedad óptimo (aproximadamente, el 60 % de humedad relativa). En ocasiones, especialmente en algunas fábricas en las que se manejan productos higroscópicos, se necesita una humedad relativa todavía menor; se considera que el ambiente está seco cuando éste es del 20 %, cifra que no es precisamente la óptima para que el ambiente resulte agradable, ya que las mucosas del organismo la requieren más elevada.

Para desecar un recinto pequeño en poco tiempo, se pueden utilizar sustancias desecantes, de las cuales la más eficaz es el pentóxido de fósforo (P_2O_5). Estas sustancias se utilizan mucho, a escala de laboratorio y semi-industrial, para conservar en ambiente seco aparatos, productos envasados, etc.

A continuación, damos una lista de estas sustancias, junto con su poder desecante.

Sustancia	Eficacia de secado, expresada en vapor de agua residual en el aire seco
Pentóxido de fósforo (P_2O_5)	Menor de 1 mg en 40.000 litros
Óxido de bario (BaO)	0,0007 mg. en 1 litro
Potasa (KOH)	0,002 " " " "
Ácido sulfúrico (SO_4H_2)	0,003 " " " "
Sulfato cálcico (SO_4Ca)	0,008 " " " "
Sosa (NaOH)	0,16 " " " "
Óxido de cal (CaO)	0,2 " " " "
Cloruro cálcico (Cl_2Ca)	0,3 " " " "

Y PARA CONCLUIR...

DESCRIPCIÓN DE ANIMALES: LAS RANAS

Las **ranas,** científicamente llamadas anuros o anfibios sin cola, son conocidas por todos en una u otra de sus numerosas especies. En cambio, lo que es menos conocido son las particularidades de su **coloración.** Generalmente, las ranas exhiben una coloración **críptica** (mimética); es decir, su piel está manchada con diferentes mezclas de color: verde, pardo, amarillo y negro, que tiende por lo general, a hacer que el animal se confunda con el fondo del terreno en que habita. Por ejemplo, las ranas arborícolas, que viven entre las hojas, suelen tener una coloración más o menos uniforme, verde intensa, que las hace pasar inadvertidas entre las hojas de los árboles donde viven. Todo esto no puede parecer extraordinario a nadie que sepa con qué facilidad los animales tienden a imitar el color del medio que habitan. Pero lo más extraordinario es la existencia de ranas con coloraciones brillantes y llamativas, que parecen concebidas para llamar la atención a distancia. Lo notable es que esta coloración brillante la poseen solamente los animales venenosos o no comestibles de esta familia. Este tipo de coloración brillante, coincidente con la toxicidad de su poseedor, es lo que se conoce con el nombre de **coloración de aviso** o **coloración de advertencia.** Una de las primeras descripciones de este hecho se encuentra en los escritos de un explorador de Nicaragua, T. Belt: "En los bosques alrededor de Santo Domingo hay muchas ranas. Algunas son de color pardo o verde, imitando las hojas vivas o muertas, y se encuentran entre la hojarasca. Otras tienen un color terroso y viven en agujeros o debajo de los árboles. Todas ellas sólo salen de noche para alimentarse, y son perseguidas por serpientes y aves. En contraste con estas especies de colores apagados, hay otra rana que se presenta en pleno día, ataviada de una librea de brillantes colores (rojo y azul). Me convencí de que no era comestible, al notar la tranquilidad gozosa con que se paseaba, plenamente convencida de su seguridad. Me hice de unos cuantos ejemplares y los llevé a casa, ofreciéndoselos a las gallinas y a los patos, pero ninguno de ellos las tocó. Por último, me las arreglé para que un patito comiese una de las ranas, arrojándola mezclada con pedazos de carne, a la que los patos son muy aficionados. Inmediatamente, la escupió y se alejó sacudiendo la cabeza, como si intentara librarse de un sabor muy desagradable."

En el caso de que la rana posea sustancias venenosas o desagradables al gusto, la selección natural obra al revés, es decir, produce colores llamativos que sirvan para reconocer a esa especie, con lo que los animales carnívoros no corren el peligro de confundirla con otras especies.



FRASE DE LA SEMANA:

Dijo Goethe: "La originalidad no consiste en decir cosas nuevas, sino en decirlas como nunca hubiesen sido dichas".

PRECIOS DE VENTA (Rigen también para los números atrasados)

ARGENTINA,	Pesos	35.—	ECUADOR,	Sucres	6.—	*HONDURAS,	Lempiras	0,60	PERÚ,	Soles	10.—
*COLOMBIA,	Pesos	3.—	*EL SALVADOR,	Colones	1.—	*MÉXICO,	Pesos	3,50	*PUERTO RICO,	Dólares	0,30
*COSTA RICA,	Colones	2.—	ESPAÑA,	Pesetas	18.—	*NICARAGUA,	Córdobas	2.—	*R. DOMINICANA,	Pesos	0,30
*CHILE,	Escudos	1.—	*GUATEMALA,	Quetzales	0,30	*PANAMÁ,	Balboas	0,30	URUGUAY,	Pesos	4,50
									*VENEZUELA,	Bolívares	1,50

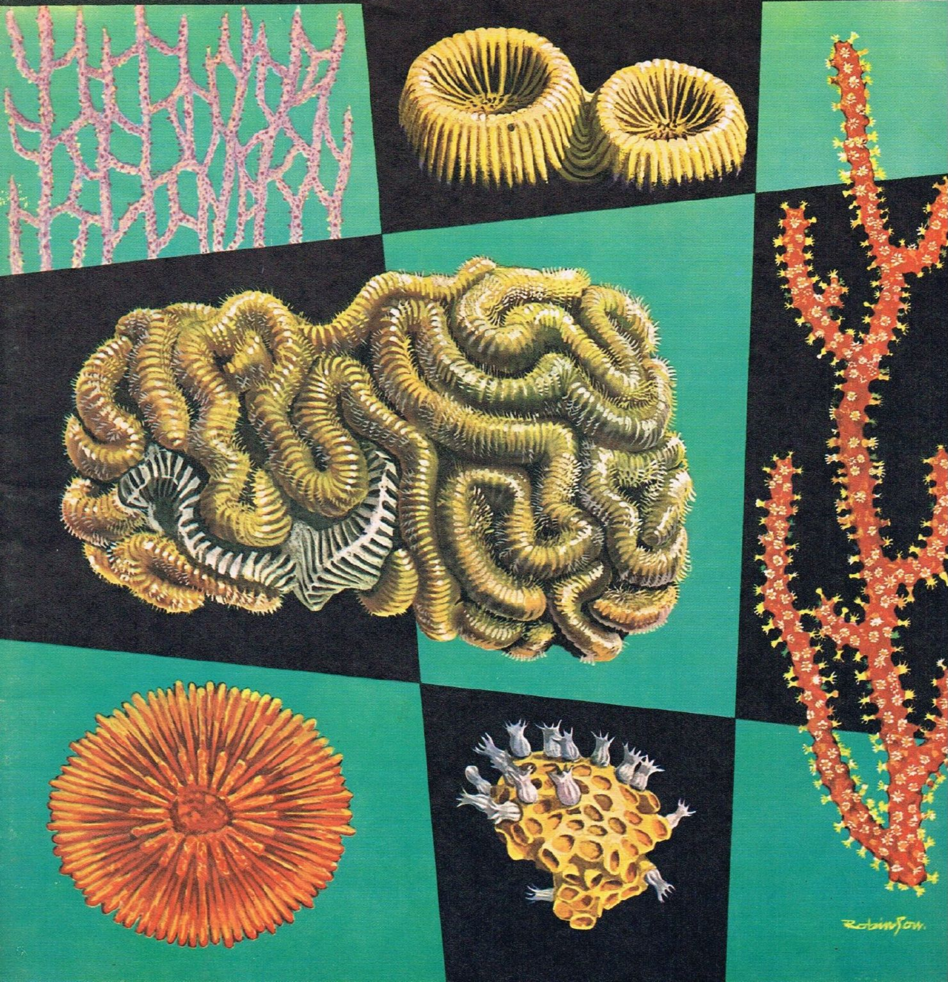
Aparece todas las semanas

* Distribución a partir del 7 de diciembre de 1964.

N° 61

tecnirama

ENCICLOPEDIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA ®

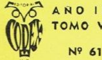


AUTORES CONSULTADOS SOBRE TEMAS ESPECIALES DE ESTE NÚMERO: **W. H. TWENHOFEL (Univ. Wisconsin), los corales y la formación de arrecifes. B. A. HOUSSAY (Univ. Buenos Aires), glándulas que producen hormonas. J. ARIAS PAZ (Escuela T. Ejército, Madrid), el diferencial. E. WERTHEIM (Univ. Arkanzas), las parafinas. P. J. WILSON (Carnegie-Illinois Steel Corp.), el medidor de gas. H. R. BYERS (Univ. Chicago), masas de aire errantes. C. L. METCALF (Univ. California), algunos insectos comunes. B. KOPELMAN (Beryllium Corp. Reading), el uranio y las series radiactivas. B. A. GRIFFITH (Univ. Toronto), cómo se mide la velocidad angular. J. ADAMS (Escuela de Electricidad Industrial. Madisonville-Kentucky), conductores y aislantes.**

TECNIRAMA ®, Enciclopedia de la ciencia y la técnica de hoy, es una obra sistemática que se publica en forma de semanario encuadernable. Una vez eliminadas las cubiertas de los ejemplares, las páginas interiores numeradas forman un curso progresivo. Dichos fascículos se coleccionan cómodamente en prácticas tapas-libro para trece números cada una, que aparecen trimestralmente e incluyen los índices temáticos y alfabéticos completos del tomo.

Publicada en Argentina por

EDITORIAL CODEX S.A.
BOLIVAR 578 BUENOS AIRES



AÑO II
TOMO V
Nº 61

SUMARIO

Distribuidores, agentes de suscripciones y venta de ediciones anteriores: ARGENTINA: Distribuidora Universal S.R.L., Herrera 513, Buenos Aires. **COLOMBIA:** Distribuidora Tequendama S. A., Carrera 13 Nº 18-38, 3er. Piso, Bogotá. **COSTA RICA:** Carlos Valerín Sáenz y Cía., Apartado 1924, San José. **CHILE:** Publichile S. A., Manuel Rodríguez 866, Santiago. **ECUADOR:** Muñoz Hnos., Bvard. 9 de Octubre 732, Guayaquil. **EL SALVADOR:** Librería Hispanoamérica, Emilio J. Simón y Cía., 1ª calle Oriente y 4ª Avenida Norte, San Salvador. **ESPAÑA:** Distribuidora Europea de Publicaciones (DISEUROPA), Córcega 414, Barcelona. **GUATEMALA:** De La Riva Hnos., 9ª Avenida 10-34, Guatemala. **HONDURAS:** Librería Navarro, Calle Real, Comayagüela D.C. **MÉXICO:** Distribuidora Publex S.A. (DISPUBLEX), Dir. responsable: Marcial Frigolet Lerma, Bolívar 154, México, D.F. **NICARAGUA:** Ramiro Ramírez Valdez, Avda. Bolívar Sur 302 A, Managua. **PANAMÁ:** José Menéndez, Apartado 2052, Panamá. **PERÚ:** Distribuidora Limaç S. A., Avda. Bolivia 154, Lima. **PUERTO RICO:** Matías Photo Shop, Fortaleza 200, San Juan. **REPÚBLICA DOMINICANA:** Librería Dominicana, Mercedes 49, Santo Domingo. **URUGUAY:** Distribuidora Paysandú S. A., Ing. Luis P. Ponce 1432, Montevideo. **VENEZUELA:** Distribuidora Guaicaipuro C. A., Principal a Santa Capilla 4, Caracas - Distribuidora Continental S. A., Ferrenquín a La Cruz 178, Caracas.

Semanario ilustrado publicado por Editorial Codex S. A., Bolívar 578, Buenos Aires, Argentina. Director: Nicolás J. Gibelli. © Copyright by Sampson Low, Marston & Co. Ltd., Londres, Gran Bretaña; año 1962/63. Copyright by Piccadilly, S. A., Av. 18 de Julio 1707, Montevideo, República Oriental del Uruguay; año 1963 para las ediciones en castellano. Registrada como correspondencia de 2da. clase en la Administración de Correos de Guatemala, Nº 1.554. Reg. de la Propiedad Intelectual Nº 824.750.

TEMA DE LA CUBIERTA:

CORALES Y ARRECIFES. — Los corales son celentéreos, que disponen de un esqueleto calizo externo. Su reproducción, por gemación, hace que se forme, a partir de un individuo, una colonia de miles.

Correo Argentino Central B	TARIFA REDUCIDA
	CONCESIÓN Nº 7271

Imprimió Cía. Fabril Financiera Iriarte 2035, Bs. As., Argentina



NOTICIAS DE HOY

Artistas y psicofármacos. — En la Facultad de Letras de París ha sido presentada una tesis doctoral acerca del efecto de las **drogas alucinógenas** sobre los resultados de la creación **artística**, fundamentalmente en los pintores. Los sujetos de la experiencia, en su mayoría profesionales, presentaron distintos cambios en la percepción visual, sobre todo de la luz y del espacio, y declararon que tenían una idea más consciente de la belleza del mundo y de los objetos durante el período de la acción de las drogas. Sin embargo, los resultados de la labor realizada en tales condiciones fueron reconocidos como inferiores a su producción habitual, tanto por críticos de arte, como por los mismos artistas.

El objeto más lejano. — La denominación de objeto más lejano se aplica a la galaxia que lleva por nombre 3C147. Hasta ahora se consideraba a la galaxia 3C295 como el objeto más lejano en el espacio. Se calcula que la distancia a la primera galaxia es de ¡¡varios billones de años luz!! Puede preguntarse cómo se calculan distancias tan enormes como ésta. El método se basa en un hecho familiar para los físicos y que ha sido explicado ya en TECNIRAMA (efecto Döppler-Fizeau). La luz que se recibe de estos objetos tan lejanos está desplazada en el espectro hacia el extremo rojo, lo cual indica que se alejan de nosotros siguiendo la expansión del universo.

Un océano olvidado. — El océano Índico es casi tan grande como el Atlántico y posee un tercio de la extensión del Pacífico. Es surcado por numerosas líneas de navegación en su parte norte, entre el estrecho de Bab el Mandeb y las costas meridionales de India e Indonesia. Durante los años 1963 y 1964 se está efectuando un amplio estudio oceanográfico del Índico, en que participan 21 buques de Inglaterra, Estados Unidos, Francia, Japón, Australia, Unión Soviética e India. Esta flota conjunta tiene su base en la ciudad india de Cochin. Dispone de un grupo de científicos adscritos a esta tarea, además de doce estaciones meteorológicas y laboratorios distribuidos en las costas del océano. Se ha seleccionado este sector porque el océano Índico es de los menos conocidos y explorados del mundo. No se cuenta con mapas de corrientes y temperaturas, se desconoce la naturaleza de su fondo y su constitución geológica. Los conocimientos que se están reuniendo no sólo servirán para un mejor conocimiento geofísico, sino que ayudarán en la confección de los pronósticos meteorológicos (mecanismo de los vientos periódicos llamados monzones) y en estudios sobre las especies de peces de dicho océano y la mejor manera de organizar su pesca sobre bases más científicas, o sea de modo que aumente la producción y no desaparezcan las especies.

NOTICIAS DE MAÑANA

Exportación de insectos. — El entomólogo estadounidense George B. Vogt, del Servicio de Investigaciones del Departamento de Agricultura, aconseja la importación de tres especies de insectos sudamericanos para combatir la yerba o maleza perjudicial llamada **alligatorweed**, que causa ingentes pérdidas en las plantaciones de regadío. El más interesante de estos insectos auxiliares es una mosca que se encuentra en algunas regiones de Argentina, que perjudica y destruye esas plantas. Hay otros dos insectos, que se crían en zonas más frías, que también pueden utilizarse para eliminar las malezas perjudiciales. Si comienza en seguida la exportación de las tres especies de insectos útiles a Estados Unidos, bastará un plazo de dos años para que ya comiencen a notarse los efectos beneficiosos en las plantaciones de dicho país.

Nuevos óxidos de hierro. — Dos productos químicos, β-Fe_2O_3 y α-Fe_2O_3, se han preparado en forma de dispersiones en agua, y en disolventes orgánicos, de tamaño de partículas de 2 a 12 milimicrones. Estas "soluciones", según M. W. Jackson, de la "Diamond Alkali's", tienen una estabilidad que dura más de dos años y se pueden utilizar como colorantes trasparentes, como núcleos líquidos para disipación de calor en los equipos eléctricos de alta frecuencia, y como materiales para cintas magnéticas. La variedad α superparamagnética que se prepara al 30 % en solución acuosa y al 40 % en hidrocarburos, como el queroseno, tolueno y xileno, se puede incorporar a los plásticos para que adquieran propiedades magnéticas, pero sin convertirlos en conductores de la electricidad.

CORALES Y FORMACIÓN DE ARRECIFES

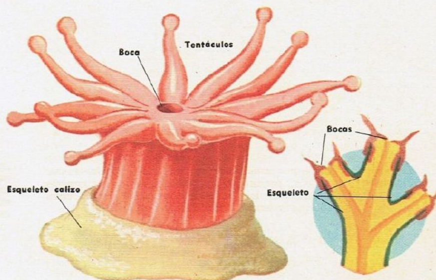
Los arrecifes y atolones que pueblan los mares tropicales y subtropicales son el resultado del trabajo continuado de millones y millones de pequeños animales, llamados *corales*. El tamaño de éstos oscila entre un milímetro y unos 2 ó 3 centímetros, pero se reúnen en tan gran número que sus esqueletos calizos llegan a constituir la mayor parte del material que forman los arrecifes. Los corales están relacionados con las anémonas de mar y son miembros del grupo de animales denominados *celentéreos*. La capacidad de formar el esqueleto calizo que los recubre, distingue a los corales de las anémonas de mar.

Algunos tipos de corales viven aislados pero, generalmente, lo hacen en colonias, formadas por lo individuos resultantes de la reproducción repetida de un solo animal. Estas colonias, que pueden presentar un diámetro de varios metros, son la base fundamental de los arrecifes de corales.

El cuerpo de un coral, tanto del que vive aislado como del que lo hace en colonias, se desarrolla según el plan básico que sigue el grupo de las anémonas. La parte principal de su cuerpo es una especie de tubo con una única abertura, la boca. Ésta aparece rodeada de un número de tentáculos múltiplo de seis. Estos tentáculos poseen un gran número de "células punzantes". Los corales son animales carnívoros y utilizan estas "células punzantes" para capturar los diminutos animales que flotan en el agua, los cuales constituyen su alimento. El coral se lleva a la boca, por medio de los tentáculos, gusanos, crías de crustáceos e, incluso, peces. El cuerpo del coral se denomina *pólipo*. Muchos corales contienen en sus cuerpos pequeñas plantas verdes (algas), que, al parecer, los ayudan a eliminar sus materiales de desecho.

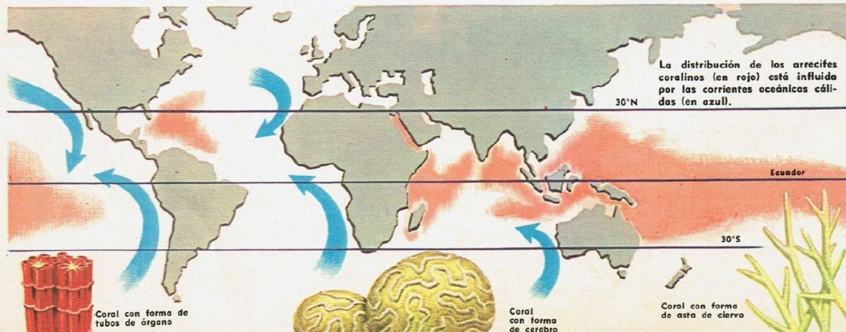
Alrededor del cuerpo, y en su parte inferior, está el esqueleto, cuya forma es semejante a la de un cáliz. Existen, sin embargo, algunas placas verticales, que crecen hacia adentro; a ellas se deben las complicadas figuras que pueden adoptar los esqueletos (corales) de los pólipos. Estas placas verticales crecen por fuera del cuerpo del coral, provocando la aparición de estrías o canales en su superficie. Para alimentarse, los corales salen del cáliz, de manera semejante o como lo hacen los caracoles y, del mismo modo pueden guarecerse adentro en caso de necesidad. A medida que el coral crece, lo hace también su esqueleto. El cuerpo de los corales y sus esqueletos están, en general, brillantemente coloreados.

Los corales se reproducen liberando células reproductoras en el agua. Los huevos fertilizados se depositan debajo y, si las condiciones son favorables, se trasforman en nuevos corales. Es más importante, sin embargo, el proceso de *gemación* por el que los corales construyen sus colonias. Cuando un coral alcanza un cierto tamaño, le aparece una yema, inmediatamente encima del nivel del cáliz. Este brote se desarrolla, convirtiéndose en un individuo completo, con boca y tentáculos, que comienza, a su vez, a formar su propio esqueleto. El nuevo animal no siempre se independiza totalmente del padre. En algunas especies, lo que se forma es una masa continua de tejido viviente, con muchas bocas y tentáculos, mientras que en otras los cuerpos de cada individuo están diferenciados, aunque sus esqueletos aparezcan formando, materialmente, un mismo bloque.



Estructura de un coral individual. A la derecha, mecanismo de reproducción por formación de yemas.

Este proceso de reproducción por yemas se va continuando pro-



La distribución de los arrecifes coralinos (en rojo) está influida por las corrientes oceánicas cálidas (en azul).



Corte simplificado del arrecife de la gran barrera australiana, en donde se muestra cómo una parte de la costa, debido a una falla, dio lugar a la formación de una plataforma especialmente apropiada para el crecimiento coralífero. El arrecife es, de hecho, una serie compleja de arrecifes pequeños.

gresivamente, lo que da como resultado la formación de grandes estructuras ramificadas, en unos casos, o una masa caliza sólida, en otros. Los animales inferiores de la colonia van muriendo gradualmente, pero sus esqueletos permanecen. Debido a las ramificaciones que se producen, se creyó durante algún tiempo que las colonias de corales pertenecían al reino vegetal. La velocidad de crecimiento varía de una especie a otra y puede llegar a ser de unos 2 ó 3 centímetros por año.
Aunque estas colonias coralíferas sean la base de los arrecifes, los corales no son los únicos miembros que forman la comunidad. Los alcionarios están estrechamente relacionados con los verdaderos corales. Estos animales poseen esqueletos calizos y se distinguen de los verdaderos corales por tener tan sólo ocho tentáculos. Los alcionarios tienen también, en muchas ocasiones, gran importancia en la formación de arrecifes. Las olas del mar rompen, en algunas partes, la estructura de éstos, arrancando fragmentos que rellenan los espacios existentes entre los corales, con lo que la estructura total se apelmaza, formando una masa sólida. Las pequeñas algas llamadas *nulíporas* juegan, también, un importante papel en esta labor de cementación, pues dan lugar a la formación de carbonato cálcico, el cual actúa como elemento de unión entre los diversos fragmentos coralíferos. Los moluscos, estrellas de mar, gusanos de mar, etc., construyen sus habitáculos en los arrecifes. Algunos se alimentan de los propios corales y sus valvas contribuyen al crecimiento y estructuración de los arrecifes.

DISTRIBUCIÓN DE LOS ARRECIFES

Los corales se encuentran en la mayoría de los mares; algunos viven a profundidades considerables. Requieren, no obstante, condiciones muy especiales. La temperatura es un factor muy importante, como lo demuestra el hecho de que sólo existen arrecifes en aguas cuya temperatura es superior a 18° C. Este hecho limita su existencia a latitudes menores de 30°, es decir, a regiones cercanas al ecuador, constituyendo la única excepción los arrecifes de las Bermudas, que no caen dentro de esta zona de latitudes. Esto es debido al efecto de la corriente del Golfo. Dentro del área de latitudes citada, existen grandes zonas en las que no se forman arrecifes. Las costas occidentales de los continentes están bañadas por corrientes oceánicas frías que impiden la existencia de corales.
La distribución de arrecifes fósiles, que es muy diferente de la de los actuales, proporciona excelentes indicios para conocer los cambios climáticos que ha sufrido la Tierra.
La presencia de agua salada limpia es otro requisito para el crecimiento de los corales. Debido a ello, no existen arrecifes en las cercanías de las desembocaduras de los ríos, los cuales, como es sabido, arrastran hasta el mar sedimentos y agua dulce. Las lluvias fuertes durante la marea baja matan a los corales, al rebajar la concentración salina del agua.
Los corales constructores de arrecifes contienen algas y no crecen a profundidades mayores de 50 metros, debido, probablemente, a la disminución de la temperatura y de la intensidad luminosa.
La formación de un arrecife requiere, pues, una base conveniente que ha de estar situada a menos de 50 metros de la superficie del mar. Los corales no resisten una larga exposición al aire y, por tanto, no crecen muy por encima del nivel que alcanza el agua durante la marea baja. La profundidad más apropiada para el desrrollo de los corales es de 30 metros; a esta profundidad las olas no pueden producir daños de importancia.

FORMACIÓN DE ARRECIFES

Pueden distinguirse tres tipos de arrecifes: *arrecifes costeros, arrecifes barrera* y *atolones*. El primero de ellos, como su propio nombre indica, aparece cerca de las costas, adentrándose, a veces, en el mar hasta un kilómetro. Los arrecifes barrera se forman lejos de la costa y están separados de ella por un canal bastante profundo, de varios kilómetros de anchura. Es frecuente, sin embargo, encontrar arrecifes barrera alrededor de las islas oceánicas. Los atolones de corales tienen forma de anillo, y pueden extenderse a lo largo de varios kilómetros. El anillo está, generalmente, abierto por la parte de sotavento.
El crecimiento es más grande en la zona exterior de estos arrecifes, a la que las olas llevan grandes cantidades de alimentos y oxígeno disuelto. Los corales de esa zona son, casi siempre, compactos y redondeados, pues sólo así pueden resistir la acción de las olas. De todos modos, el oleaje les arranca fragmentos, que son llevados a la parte plana del arrecife, situada detrás de su pared exterior. Estos fragmentos llegan, con frecuencia, a unirse con arena y arcilla, formando las islas de corales de los arrecifes barrera y atolones. Los animales arrastrados por el aire o el agua colonizan rápidamente las islas así formadas.
Detrás de la pared exterior, y en aguas tranquilas, viven los corales más delicados, cuyo crecimiento no es muy grande.

ORIGEN DE LOS ARRECIFES

El origen de un arrecife costero se comprende con facilidad. Comienza a formarse sobre el fondo del océano, si las condiciones de profundidad y temperatura son convenientes.
Los arrecifes barrera y los atolones proceden de profundidades considerables, mucho mayores de las que permiten el crecimiento de los corales. Carlos Darwin fue el descubridor del mecanismo por el que tales arrecifes parecen formarse. Muchas de sus observaciones las hizo entre 1831 y 1836, durante su viaje como naturalista a bordo del *Beagle*.
De acuerdo con la teoría de Darwin, los tres tipos de arrecife son etapas de un solo proceso, que comienza con la formación de los arrecifes costeros. Darwin sugirió que el arrecife costero se convierte en arrecife barrera por un hundimiento gradual de la tierra, la cual, al sumergirse totalmente, hace que éste se trasforme en atolón. Esta teoría está confirmada por la existencia de valles sumergidos en muchas islas oceánicas. No explica, sin embargo, por qué todos los "canales" que separan los arrecifes barrera de la costa tienen profundidades similares (50 — 100 metros), ya que es bastante improbable que el hundimiento de la tierra sea igualmente grande en todos los lugares.
Otra teoría sostiene que los arrecifes barrera y los atolones se forman sobre plataformas sumergidas, situadas a la misma profundidad, aproximadamente. La existencia de tales plataformas, especialmente condicionadas, fue puesta en duda hasta que Daly propuso su teoría del *control glacial*, en 1910, en la que explicaba cómo, durante el último período glacial, la superficie del mar debió estar de 50 a 100 metros por debajo de la actual, a causa de la gran cantidad de agua que almacenaron los glaciares. La acción de las olas, entonces, habría convertido las costas en plataformas. Los corales debieron morir todos, excepto aquellos que vivían en las aguas más cálidas; cuando la temperatura y el nivel del mar subieron, éstos últimos volvieron a constituir colonias sobre las plataformas recién formadas. Como su crecimiento es más grande en la parte exterior, se formarían arrecifes barrera y atolones. La teoría de Daly está de acuerdo con la profundidad uniforme de los "canales". El suelo de éstos, dejando aparte los sedimentos depositados recientemente, se encuentra en el mismo nivel de la plataforma original.
De acuerdo con la teoría del *control glacial*, los arrecifes existentes sólo pueden tener unos 100 metros de anchura. Recientes medidas, efectuadas, entre otros métodos, por las técnicas de perforación y de sondeo acústico, han puesto de manifiesto la existencia de espesores mucho mayores, lo que ha vuelto a vitalizar la teoría darwiniana del hundimiento. Parece, por tanto, que en la formación de los arrecifes han intervenido los hechos descritos anteriormente en ambos procesos.



La teoría de Darwin sobre el origen de los arrecifes implica un hundimiento gradual de la tierra, de forma que el arrecife costero (A) se convierta primero en un arrecife barrera (B), y, posteriormente, en un atolón (C). El proceso no tiene por consecuencia que el fondo del lago recién formado sea plano, a menos que se acumule en él una gran cantidad de sedimentos.

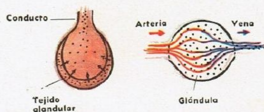
GLÁNDULAS QUE PRODUCEN HORMONAS

Hay muchas células en el cuerpo que son capaces de producir y liberar líquidos. Cuando ésta es la actividad principal de la célula, se la llama célula *glandular*. Una *glándula* está formada por varias de esas células, las cuales pueden estar unidas por tejido conjuntivo. Generalmente, está provista de vasos sanguíneos y de nervios.

Hay dos tipos principales de glándulas: las que no tienen conductos, llamadas glándulas *endocrinas*, y las que sí los poseen; éstas reciben el nombre de glándulas *exocrinas*. Las glándulas endocrinas sueltan el líquido que producen en el torrente circulatorio, directamente, o lo almacenan, dejándolo en libertad, oportunamente, en el mismo. Las glándulas exocrinas vierten el líquido en un conducto, el cual lo lleva al "sitio o lugar de acción", en el organismo o fuera de éste. Su acción es, generalmente, más o menos local, y tiene lugar en las proximidades de la glándula y en un solo lugar. Por el contrario, los líquidos producidos por las glándulas endocrinas actúan, generalmente, en un lugar distante, o afectan a todo el organismo.

Las glándulas exocrinas comprenden las glándulas *sudoríparas*, las *salivales* y las glándulas del *intestino* que producen los enzimas de la digestión. Ejemplo de glándulas endocrinas son la *pituitaria*, las *suprarrenales*, la *tiroides*, las *paratiroides* y los *ovarios* y *testículos*. El *hígado* y el *páncreas* son glándulas tanto exocrinas como endocrinas. El páncreas, por ejemplo, produce *jugo pancreático*, el cual se vierte, a través del conducto pancreático, en el intestino, e *insulina*, que se vierte en la sangre.

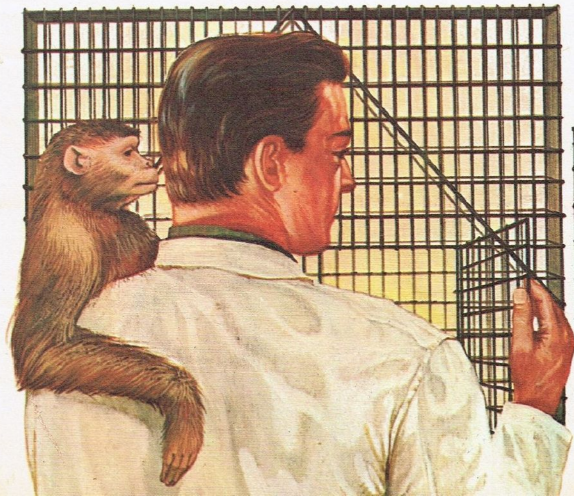
El producto de la secreción de una glándula endocrina se llama *hormona*. Es una sustancia que actúa como "señal" química, y que es trasportada por el cuerpo a través del torrente circulatorio. Las hormonas actúan como mensajeros químicos, estimulando la acción en zonas distantes del organismo. La ventaja de estas señales químicas es que alcanzan rápidamente *todas* las partes del cuerpo, mientras que las señales de las fibras nerviosas sólo alcanzan algunas. Las señales de las hormonas actúan, en cierto modo, como los olores desagradables emitidos por el sistema de ventilación de una mina de carbón, el cual se usa para comunicar la presencia de un peligro. Esto es mucho más rápido que el tener que llamar por teléfono a cada zona de la mina para anunciar el peligro.



(Izquierda) Las glándulas exocrinas tienen conductos en los que vierten las sustancias que producen. (Derecha) Las glándulas endocrinas no tienen conductos propios. Sus hormonas se vierten al torrente circulatorio.

En todo sistema de señales, la señal debe producir una respuesta particular; en circunstancias normales, la hormona actúa sobre cada parte del organismo siempre de la misma manera.

La *adrenalina*, hormona producida por las cápsulas suprarrenales, aumenta el número de latidos del corazón cuando



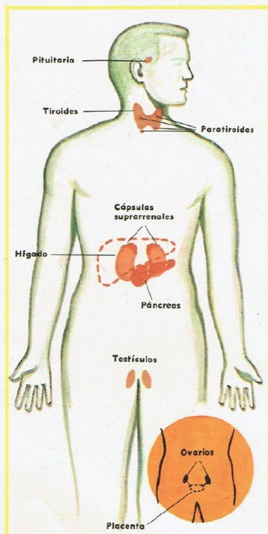


La endocrinología es, fundamentalmente, una ciencia experimental. Los animales necesarios para la investigación están confortablemente alojados en jaulas como éstas.

una persona está asustada, y la prepara para la acción. La insulina producida por el páncreas influye sobre la cantidad de glucosa de la sangre. Si la cantidad de azúcar en la sangre aumenta, la producción de insulina por el páncreas se regula de manera que el contenido de azúcar se reduzca a su nivel normal.

Algunas hormonas actúan en parejas; el efecto de cada una de ellas depende de su concentración relativa en la sangre.

La *endocrinología,* o sea el estudio de las glándulas endocrinas, de sus hormonas y de sus efectos, es, esencialmente, una ciencia experimental. La mayoría de sus conocimientos básicos han sido adquiridos mediante experiencias animales. Por ejemplo, Federico Banting y Carlos Best descubrieron la insulina en 1922, durante una serie de experimentos con perros. El resultado es que ahora se puede tratar la deficiencia de insulina, que provoca la enfermedad llamada *diabetes mellitus,* inyectando periódicamente un tipo especial de insulina. Muchos enfermos de diabetes se mantienen vivos por las inyecciones de este producto que ellos mismos se administran. Otros experimentos han producido resultados de importancia análoga. No sólo el hombre se beneficia de ellos, sino también, en algunos casos, sus animales domésticos. Las ratas, ratones, conejos, monos y perros son especialmente aptos para realizar con ellos experimentos, ya que resulta fácil procurárselos; además, como son mamíferos, tienen una fisiología semejante a la del hombre. Una vigilancia estricta asegura que los experimentos se lleven a cabo de manera adecuada.



Esquema mostrando la posición de las principales glándulas endocrinas.

Se cree que algunas hormonas (por ejemplo, la *tiroxina,* producida por la glándula tiroides) alteran la acción de las enzimas en la célula, mientras que otras (por ejemplo, la insulina) actúan sobre la membrana que rodea la célula, alterando, de ese modo, la intensidad con que una sustancia entra o sale de la misma.

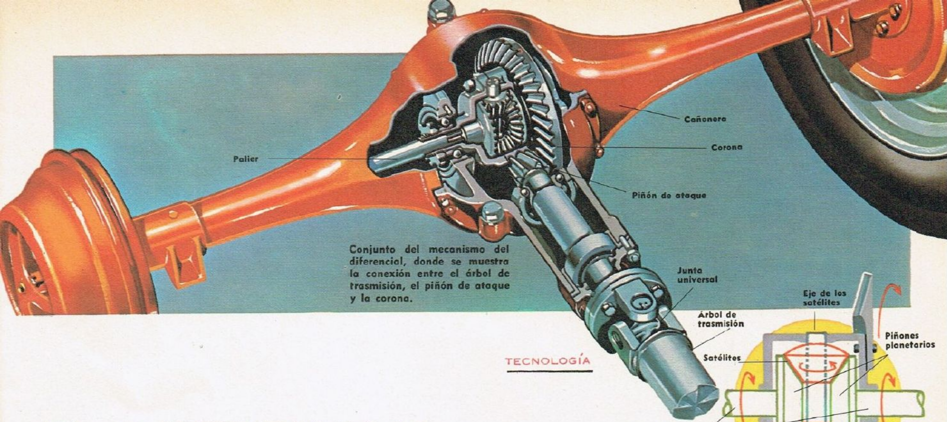
Algunas hormonas, por ejemplo, la producida por la tiroides, parecen influir sobre diversas clases de células, mientras que otras son más *específicas* en su acción, es decir, afectan solamente a ciertos órganos.

De hecho, sin embargo, no se sabe cómo actúan, realmente, las hormonas. Queda por explicar por qué una hormona actúa solamente sobre un órgano, mientras que otra lo hace, prácticamente, sobre todas las células del organismo. Naturalmente, hay todavía mucho que averiguar acerca de la acción química de las células vivas.

Sin embargo, la acción de las hormonas puede ser de tres tipos. En primer lugar, a causa de que son distribuidas por el torrente circulatorio a todas las partes del cuerpo, éste puede actuar como una unidad, en respuesta al cambio de las condiciones del medio general o de una zona interna. Se ha mencionado, a este respecto, la acción de la adrenalina. Esta faceta de su acción, la coordinación, está estrechamente relacionada con las actividades coordinadoras del sistema nervioso. En segundo lugar, las hormonas controlan las condiciones internas en el animal, de forma que se mantenga un *estado uniforme y constante.* Por ejemplo, una hormona producida por la pituitaria actúa sobre los tubos renales, consiguiendo que se depositen en la orina mayores cantidades de sal, al hacer que se reabsorba más agua. En tercer lugar, las hormonas desempeñan un papel esencial al dirigir el crecimiento y el desarrollo.

Cuando se sospecha que un órgano tiene una función endocrina, son necesarios largos y variados experimentos para demostrar que se trata, realmente, de una glándula endocrina. Deben usarse distintas técnicas. Entre ellas, la amputación de la glándula, que debe producir ciertas deficiencias. Se anotan los efectos de la misma en otras partes del cuerpo, tales como cambios de estructura, alteraciones en el funcionamiento de un órgano, etc. Amputando o suprimiendo el órgano, se preparan extractos de él, que se inyectan, seguidamente, al animal. Esto debe ser motivo de que no se presente ninguno de los síntomas que se observaban por la simple supresión del órgano. Por ejemplo, la supresión de la tiroides detiene el crecimiento de animales jóvenes. En los adultos, se retrasa el funcionamiento del organismo, considerado como un todo, produciendo individuos perezosos, con marcados cambios de aspecto. La gónadas, la pituitaria, las suprarrenales y otros órganos resultan, también, afectados. La inyección de extractos de la glándula tiroides evita estos efectos.

También puede observarse los efectos que produce el administrar a un animal una dosis demasiado elevada. Si la acción de la glándula aumenta, esto es una prueba adicional de estudio. Una vez que se ha obtenido el extracto, deben hacerse ensayos para aislar una sustancia que produzca los mismos efectos que el extracto completo, en un animal al que se le haya extraído la glándula. Si es posible, la sustancia debe ser identificada químicamente. En ese caso, es posible, quizá, sintetizarla y estudiar su acción con más precisión. También debe extraerse de la glándula o de la sangre del animal, en concentraciones suficientes para producir efectos en el animal vivo. Pueden medirse las concentraciones de la sustancia sospechosa en la arteria que lleva sangre al órgano, y en la vena que lleva sangre de éste, y comparar ambas concentraciones. Si la concentración en la vena es la más alta, es una excelente prueba de que ese órgano es el que produce la sustancia. La eliminación de una parte del órgano, puede producir una disminución de los productos de deshecho de la "hormona" en la orina, y esta disminución puede medirse. Una disminución similar puede ser causada por una enfermedad. El análisis de los resultados experimentales debe llevarse a cabo con cuidado. Por ejemplo, dosis extremadamente elevadas de una hormona pueden producir los efectos opuestos a los de la hormona, en concentraciones bajas o normales. También la eliminación del órgano puede compensarse por el aumento de la actividad de otro. En algunos casos, los dos órganos están tan íntimamente unidos que no es posible quitar uno y suplir, después, su actividad por la inyección de extractos. Esto ocurre, por ejemplo, con la rana, en la que los tejidos que producen la adrenalina están diseminados por el riñón. Por último, debe recordarse que el hecho de que una hormona sea activa en un animal no quiere decir que tenga que serlo en el hombre.



Conjunto del mecanismo del diferencial, donde se muestra la conexión entre el árbol de trasmisión, el piñón de ataque y la corona.

EL DIFERENCIAL

Cuando un vehículo toma una curva, la rueda exterior tiene que girar a mayor velocidad que la interior, ya que, evidentemente, ha de recorrer una distancia más larga. El momento de giro, o fuerza motriz que ha de comunicarse a cada rueda, tiene que ser, sin embargo, el mismo. El diferencial que va incorporado en el eje motriz del vehículo es el mecanismo encargado de hacer posible ambas cosas.

En el extremo de los palieres, o semiejes, que trasmiten la fuerza motriz a las ruedas del vehículo, van montados los piñones complementarios, los cuales engranan con los satélites, que pueden girar libremente alrededor de su eje. Los cuatro piñones están montados en el marco (o caja de satélites), en el que van fijos los dos extremos del eje de satélites.

La caja de satélites va atornillada a la *corona*, rueda encargada de trasmitir la fuerza motriz desarrollada por el motor del vehículo. De este modo, cuando el piñón de ataque comunica su movimiento a la corona, la caja de satélites y, con ella, el eje de satélites comienzan a girar. Como el movimiento de rotación de los satélites alrededor de su eje está bloqueado, éstos obligan a girar a los palieres, los cuales se comportan como si constituyeran una sola unidad. Esto sólo ocurre cuando el vehículo se mueve en línea recta.

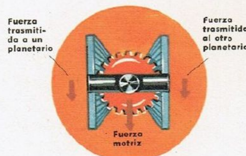
Cuando el vehículo se encuentra efectuando una curva, sus ruedas no giran a la misma velocidad, sino que la rueda interior disminuye su marcha mientras que la exterior se acelera. Los satélites, además de estar obligados a girar como un todo, por el movimiento de rotación de la corona, también giran entonces alrededor de su eje.

Supongamos que el vehículo se está moviendo hacia adelante, y que la corona está girando a 500 revoluciones por minuto (r.p.m.). Cuando el vehículo toma una curva, la velocidad de la rueda interior disminuye a 450 r.p.m.; la velocidad de la rueda exterior es de 550 r.p.m. Lo que sucede es, pues, simplemente que la velocidad que pierde la rueda interior la gana la rueda exterior, y la corona continúa girando a la velocidad media de ambas ruedas. Cuando sucede esto, los piñones planetarios no giran ya a la misma velocidad que la caja de satélites.

Los momentos trasmitidos a cada piñón planetario por cada uno de los satélites son iguales, porque el eje de satélites permanece a la misma distancia de cada planetario, y ejerce, además, la misma fuerza sobre cada uno de ellos.

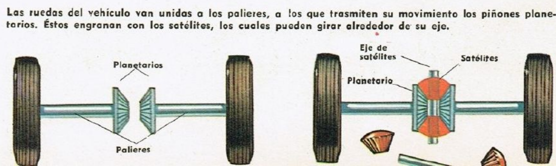
Podremos entenderlo mejor si, como se hace en una de las ilustraciones, miramos al sistema de forma que sólo veamos uno de los extremos del eje de satélites. La fuerza motriz que trasmite el eje la comparten por igual los dos extremos de los piñones satélites, o, lo que es lo mismo, los dos piñones planetarios. De este modo, a las dos ruedas se aplica el mismo momento, pero giran a velocidades distintas, cuando el vehículo está tomando una curva.

Cuando el vehículo está tomando una curva, los palieres giran a velocidades distintas, mientras que la corona y la caja de satélites giran a la velocidad media de las velocidades de los planetarios.

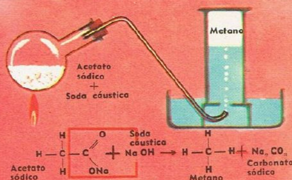


El momento de giro trasmitido a cada planetario es el mismo, ya que también lo es la fuerza motriz trasmitida por el eje de satélites, el cual equidista, además, de ambos piñones.

Las ruedas del vehículo van unidas a los palieres, a los que trasmiten su movimiento los piñones planetarios. Éstos engranan con los satélites, los cuales pueden girar alrededor de su eje.



LAS PARAFINAS



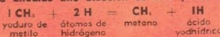
PREPARACIÓN DE PARAFINAS EN EL LABORATORIO

La mayoría de los métodos empleados en la obtención de parafinas utilizan como material de partida un compuesto muy parecido a la parafina que se desea obtener. Por ejemplo, si se quiere obtener etano (C_2H_6), el material de partida será un derivado etílico (C_2H_5).
Para conseguir metano (CH_4), puede partirse de yoduro de metilo ($I\,CH_3$) sustituyendo el átomo de yodo por un átomo de hidrógeno. Burbujeando hidrógeno a través de una disolución de yoduro de metilo, no se consigue nada. El hidrógeno ha de obte-

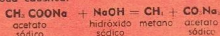

Planta de craqueo catalítico, en donde las moléculas de hidrocarburos de larga cadena se rompen, dando lugar a otras pequeñas.

En 1930, Reichenbach aisló, a partir del alquitrán de madera, una sustancia blanca, con aspecto de cera, que denominó *parafina*. Este término, que proviene del latín "parum affinis" (poca afinidad), le fue aplicado por su pequeño poder de reacción.
Posteriormente, se dio este nombre, por extensión, a una familia completa de compuestos químicamente relacionados. El butano, gas utilizado en las cocinas domésticas, es una parafina. La gasolina está formada, fundamentalmente, por parafinas, que también reciben el nombre de *alcanos*.
Todas las parafinas están formadas por átomos de carbono e hidrógeno, unidos de tal forma que cada átomo del primero se encuentra enlazado a cuatro átomos del segundo. Como el carbono tiene valencia cuatro, entre los átomos de las parafinas sólo existen enlaces simples; debido a esto, se los llama *hidrocarburos saturados*, y ahí reside la causa de su pequeño poder de reacción, ya que no existen enlaces dobles o triples, los cuales son muy reactivos.
El metano (CH_4), que es el miembro más sencillo de esta familia, está formado por un átomo de carbono y cuatro átomos de hidrógeno, los cuales ocupan los vértices de un tetraedro imaginario, en cuyo centro se encuentra el átomo de carbono. El etano (C_2H_6) y el propano (C_3H_8) son los compuestos que le siguen en sencillez, pues contienen 2 y

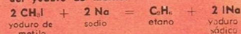
nerse en el mismo recipiente de reacción, de forma que sus átomos reaccionen con el yoduro de metilo. Esto puede conseguirse dejando caer, gota a gota, alcohol etílico sobre yoduro de metilo, al que se ha añadido una aleación de cinc y cobre.



En otro de los métodos empleados para la obtención de los hidrocarburos saturados se utiliza como material de partida la sal sódica del ácido apropiado. Para obtener metano, por ejemplo, habremos de partir del acetato sódico CH_3COONa. El metano queda libre al calentar la sal sódica con soda cáustica.



A partir del yoduro de metilo pueden obtenerse parafinas de doble número de átomos de carbono que el conjunto inicial, utilizando la síntesis de Wurtz. El yoduro de metilo se trata con sodio metálico, con objeto de obtener yoduro sódico y el hidrocarburo requerido. De este modo puede prepararse el etano, por ejemplo, a partir del yoduro de metilo.



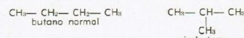
3 átomos de carbono, respectivamente. Si observamos las fórmulas de estos tres primeros miembros de la serie, podremos deducir fácilmente su ley de formación. El número de átomos de hidrógeno es igual a dos veces el número de átomos de carbono, más dos (C_nH_{2n+2}), en donde $_n$ es el número de átomos de carbono. El butano, con 4 átomos de carbono, tendrá pues $2 \times 4 + 2 = 10$, y su fórmula será C_4H_{10}. La fórmula de todas las demás parafinas superiores puede hallarse según esta regla.

Como puede verse, las cuatro primeras parafinas llevan nombres especiales: metano, etano, propano y butano. A partir del quinto término, se utiliza para su denominación la raíz del numeral griego que indica el número de átomos de carbono en ellas contenidos, seguida de la terminación "ano", característica de los hidrocarburos saturados.

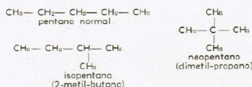
Los términos consecutivos de la serie de hidrocarburos saturados se diferencian entre sí por el agrupamiento atómico $—CH_2—$. Los compuestos que poseen propiedades físicas y químicas análogas, pero que en su composición presentan una diferencia de una o varias veces el grupo $—CH_2—$, se llaman *compuestos homólogos*. Los hidrocarburos saturados forman una *serie homóloga*. En general, las propiedades físicas y químicas de los compuestos que pertenecen a una serie homóloga no cambian bruscamente, sino de una manera progresiva, de forma que del conocimiento de las propiedades de un término de la serie, pueden deducirse las de los términos superior e inferior.

Si suponemos que cada hidrocarburo saturado pierde un átomo de hidrógeno, quedan, como restos, agrupamientos llamados *radicales*, que, como tales, no son capaces de existir, o sólo logran hacerlo durante un tiempo extraordinariamente corto; han tenido, a pesar de ello, una gran importancia en el desarrollo de la química orgánica, y se les aplica, por esta causa, nombres especiales. Se caracterizan por la terminación "ilo": $CH_3—$, metilo; $C_2H_5—$, etilo; $C_3H_7—$, propilo; $C_4H_9—$, butilo; etc.

Los tres primeros términos de la serie de hidrocarburos saturados sólo existen en una forma. Del butano se conocen ya dos, cuyas fórmulas, determinadas por síntesis, son las siguientes:



Los pentanos se presentan en tres tipos diferentes:



y en los hidrocarburos superiores el número de fórmulas posibles es muy grande.

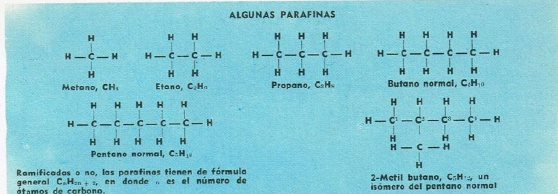
Los compuestos que tienen la misma composición química, pero propiedades diferentes, se denominan *isómeros*, y el fenómeno en sí, *isomería*. La isomería puede deberse a una diferencia de magnitud molecular (*polimería*) o a una diferente disposición de los átomos dentro de la molécula (isomería de posición).

La isomería, antes mencionada, de los butanos, pentanos e hidrocarburos superiores es un caso especial de isomería de posición. Como es debida a una diferente ordenación de la cadena de carbones, se la denomina *isomería de cadena*.

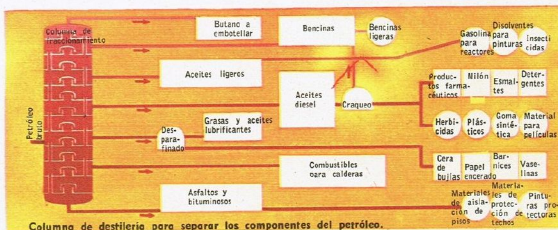
La isomería de cadena de los hidrocarburos saturados se basa en la capacidad que tienen los átomos de carbono de poderse reunir en conjuntos enlazados no sólo lineales, sino también ramificados.

Las formas isómeras, que poseen cadena de carbones recta, se llaman normales, así, el pentano normal (abreviadamente n-pentano); los otros dos pentanos isómeros son las "iso-formas" (iso-pentanos).

Las fórmulas anteriores dan una idea de cómo están unidos los átomos que forman la molécula. En ella se desarrolla la fórmula empírica, obteniéndose la disposición especial de los átomos, o estructura molecular. Como enseña el ejemplo de los butanos y los pentanos, para que nos podamos hacer una idea acertada de la naturaleza química de una sustancia, no basta con que conozcamos su composición química (fórmula empírica), sino que hemos de conocer también su fórmula estructural. Por ello,



Ramificadas o no, las parafinas tienen de fórmula general C_nH_{2n+2}, en donde $_n$ es el número de átomos de carbono.



Columna de destilería para separar los componentes del petróleo.

el primer objetivo en la investigación de un compuesto orgánico es la *deducción* de su estructura molecular.

PROPIEDADES FÍSICAS DE LAS PARAFINAS

Los cuatro primeros términos de la serie son gaseosos a la temperatura ordinaria; los siguientes, hasta el término 16, permanecen líquidos a la temperatura ambiente ; son sólidos los términos más elevados.

Dentro de los líquidos, los de menor número de átomos de carbono son fluidos y de poca densidad; a medida que el número de átomos de carbono va haciéndose mayor, se incrementa su viscosidad y densidad.

Los puntos de ebullición y de fusión dependen, naturalmente, de la magnitud molecular. Los puntos de ebullición aumentan al crecer el peso molecular de la parafina, pero las diferencias en los puntos de ebullición de dos términos consecutivos son tanto más pequeños cuanto más elevados estén en la serie homóloga. Los puntos de fusión crecen, igualmente, a medida que aumenta el peso molecular.

Si comparamos los puntos de ebullición de los hidrocarburos saturados isómeros, nos encontraremos con que todas las combinaciones normales presentan el punto de ebullición más elevado. Los isómeros hierven a una temperatura más baja y, en general, a medida que aumenta la ramificación de la cadena, decrece el punto de ebullición.

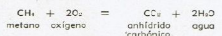
ESTADO NATURAL Y OBTENCIÓN DE HIDROCARBUROS SATURADOS

Aunque las parafinas pueden ser preparadas en el laboratorio de muchas maneras distintas, en la industria no es necesario utilizar métodos artificiales, ya que la naturaleza ofrece grandes depósitos de gas natural y de petróleo, los cuales las contienen en abundancia. El petróleo bruto es una mezcla de hidrocarburos. En las refinerías de petróleo, se separan fracciones constituidas por diversos hidrocarburos, cuyas moléculas presentan ya una magnitud similar. Para ello se calienta primeramente el petróleo bruto a unos 400°C, con objeto de vaporizarlo. El vapor se introduce en el fondo de una columna de destilación, en la cual tiene lugar la primera parte del proceso de separación. La parte superior de la columna está a una temperatura inferior a la del fondo, y a lo largo de ella existe una disminución gradual de temperaturas. Las distintas parafinas se condensan a diversas temperaturas: las que tienen moléculas más grandes se condensan a temperaturas superiores y, por lo tanto, en el fondo de la columna de destilación, mientras que las de moléculas más pequeñas se condensan en las zonas más altas. De este modo, el petróleo bruto se separa en diversas fracciones: alquitrán o brea para asfaltar carreteras, aceites pesados, aceites diesel, aceites ligeros, bencinas y gas butano, el cual no se condensa en la torre de destilación, sino que se le comprime y se embotella, para ser empleado como combustible doméstico.

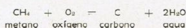
Las distintas fracciones separadas necesitan un tratamiento ulterior antes de que puedan ser utilizadas. Las cantidades que se obtienen de estas fracciones no se hallan en concordancia con las necesidades del consumo, por lo que los aceites pesados (que se producen en gran cantidad) son sometidos a una operación de craqueo catalítico (rompimiento o descomposición pirogénica), para transformarlos en gasolina, cuyas moléculas son más pequeñas, que es, realmente, el combustible más solicitado. Para ello, se calienta el aceite pesado con un catalizador, el cual acelera el proceso de fragmentación.

PROPIEDADES QUÍMICAS DE LAS PARAFINAS

No es sorprendente el hecho de que las parafinas sean buenos combustibles, ya que están constituidos por carbono e hidrógeno, elementos que arden con mucha facilidad. El primer miembro de la serie, el metano, o gas de los pantanos, produce una explosión violenta al inflamarse. Las pequeñas llamas azules debidas a su combustión, que se ven a veces sobre los terrenos pantanosos, han dado lugar a muchas historias de fantasmas.

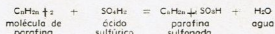


En presencia de una cantidad de oxígeno suficiente, todas las parafinas arden, formando agua y anhídrido carbónico. El calor desprendido en esta reacción, las hace útiles como combustibles. Quemándolas, en defecto de oxígeno, depositan carbono elemental, que se aprovecha para la fabricación de tintas. En este caso, el oxígeno no es suficiente para oxidar al carbono y formar anhídrido carbónico:



Los miembros y componentes menores de esta familia sólo reaccionan con el ácido nítrico y con el ácido sulfúrico concentrado a temperaturas y presión muy altas. Los de moléculas más grandes, sin embargo, reaccionan en frío.

El primer paso en la fabricación de uno cualquiera de los diversos tipos de detergentes sintéticos es la sulfonación de parafinas con ácido sulfúrico concentrado:

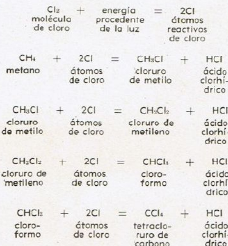


en donde C_nH_{2n+1} es un grupo alquilo, esto es, una molécula de parafina con un hidrógeno de menos.

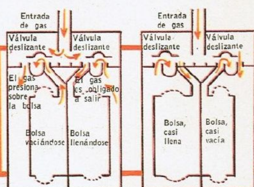
Las parafinas inferiores no son afectadas por el calor, mientras que las superiores pueden descomponerse en fragmentos. Esta operación de craqueo, o rotura de cadenas, descrita anteriormente, se facilita con el empleo de un catalizador.

Puesto que las parafinas son hidrocarburos saturados, no pueden entrar en reacciones de *adición*.

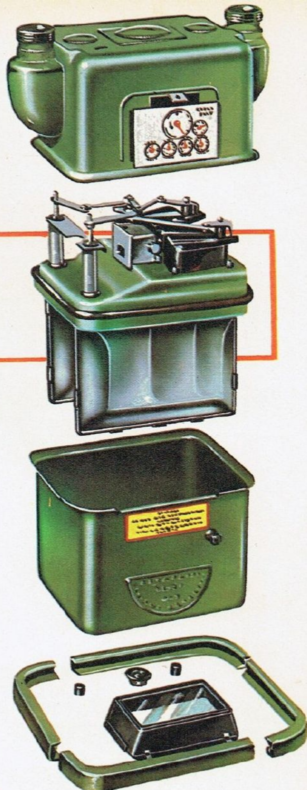
Las parafinas sólo pueden reaccionar por *sustitución*. Según este tipo de reacción, un átomo de hidrógeno es sustituido por un átomo o grupo de átomos distintos. En su reacción con gas cloro, éste toma el lugar de un átomo de hidrógeno en la molécula del hidrocarburo saturado. Esta reacción, que se produce en fase gaseosa, no debe llevarse a cabo en presencia de intensa luz solar, pues entonces reaccionan con explosión. La luz del sol proporciona la energía necesaria para comenzar el proceso de reacción y, si la iluminación es intensa, todos los átomos de cloro tienden a sustituir átomos de hidrógeno al mismo tiempo y es imposible detener la reacción antes de que haya tenido lugar una sustitución total. Es posible controlar la reacción con luz ultravioleta. La sustitución va teniendo lugar progresivamente y se puede detener la reacción (dejando de iluminar), cuando se haya formado el compuesto requerido. Por ejemplo, si nos hallamos operando con metano (CH_4) la reacción puede ser controlada y, por tanto, nos será factible detenernos cuando hayan sido sustituidos por cloro, uno, dos, tres o los cuatro átomos de hidrógeno de su molécula. Esta operación se lleva a cabo, en la práctica, para la obtención del cloroformo (CCl_3) y el disolvente tetracloruro de carbono (CCl_4).



EL MEDIDOR DE GAS



Corte del medidor, mostrando dos posiciones diferentes de las válvulas y las bolsas. Cuando una de éstas se llena de gas, la otra se vacía.



Aunque lo que interesa al consumidor es, realmente, la cantidad de calor que puede obtener del gas para cocinar, o como elemento de calefacción, lo que miden las compañías que lo suministran es el volumen de gas que cada cliente consume. Las compañías de gas están obligadas, legalmente, a mantener una potencia calorífica constante en el gas que producen, de forma que el calor suministrado al cliente pueda ser calculado rápidamente a partir de la lectura del volumen de su medidor.

De los diversos instrumentos utilizados para medir el volumen de gas que fluye a través de una cañería, el aparato que mide el consumo doméstico de gas es, quizás, el más ingenioso. El medidor de gas es como una pequeña turbina que funciona muy lentamente. El gas a presión que entra en el medidor hace que se mueva la turbina, y las agujas indicadoras registran este movimiento. El medidor está dividido en dos partes. El gas entra, y sale a través de la cámara superior, donde está situado el mecanismo de registro. La cámara inferior está dividida en dos compartimientos de paredes de cuero, que, naturalmente, han de ser estancos. Estas dos bolsas, y el espacio que las rodea, se van llenando, alternativamente, de gas. El flujo de gas que llega al medidor se divide en dos: uno de los flujos pasa a un compartimiento, que contiene una bolsa de cuero, presiona externamente sobre ella y obliga a salir al gas que hay en el interior de la bolsa. Simultáneamente, merced a una válvula deslizante, el segundo flujo entra en la segunda bolsa de cuero, presiona en su interior y obliga a salir al gas que hay en el compartimiento exterior. Las contracciones y expansiones que sufren las paredes de cuero, al llenar y vaciar estos compartimientos, obligan a las válvulas a deslizarse para facilitar el llenado del compartimiento contrario. Estos movimientos de las válvulas accionan un sistema de palancas que, a su vez, mueven las agujas sobre las escalas del medidor.

Es esencial, tanto para la compañía como para el consumidor, que los equipos registradores trabajen correctamente durante muchos años. Por tanto, los materiales con que se construyen los medidores han de seleccionarse cuidadosamente. Para resistir la acción corrosiva de diversas sustancias que acompañan al gas, estos aparatos se construyen con acero, recubierto de una fina capa de cinc. También es importante asegurarse de que el cuero que forma las paredes de los compartimientos sea de la mejor calidad, para que el riesgo de que se produzcan escapes quede reducido al mínimo.

Componentes de un medidor de gas.

Tipo de medidor doméstico de gas, donde se muestran las agujas que registran el volumen de gas consumido.



PODER CALORÍFICO

La cantidad de calor liberada, cuando se quema un combustible gaseoso, depende de su composición química. El gas del alumbrado, que se produce en la destilación de la hulla, está compuesto principalmente de hidrógeno y monóxido de carbono, y tiene un poder calorífico menor que el gas natural, o los hidrocarburos gaseosos, que se obtienen por "craqueo" catalítico del petróleo. Este poder calorífico puede expresarse en Kcal/litro (Kilocaloría/litro). El gas del alumbrado rinde unas 5,0 Kcal/litro, mientras que los hidrocarburos gaseosos proporcionan, corrientemente, unas 7,5 Kcal/litro. Entonces, un litro de cada uno de estos gases, medidos en condiciones normales de presión y temperatura, liberan, al quemarse, la cantidad de calor necesaria para elevar un grado la temperatura de 5,0 y 7,5 litros de agua, respectivamente.

MASAS DE AIRE ERRANTES

Sobre el mar y la tierra se mueven continuamente masas de aire cuyas características influyen mucho en el clima de las distintas regiones sobre las que se desplazan. A medida que estas masas de aire van de un lado a otro, se modifican sus cualidades; por ejemplo, se incrementa su humedad, cuando pasan sobre el mar o, en otras ocasiones, se calientan, se enfrían, se estabilizan o pierden su estabilidad y se tornan violentas y tormentosas, según los casos.

Los vientos son la consecuencia del movimiento de estas masas de aire que tienen su origen en el hecho de que la Tierra no se calienta de modo uniforme. La Tierra se calienta más intensamente en el ecuador, por lo que el aire, en esa región, se vuelve más ligero y asciende, dejando una zona de baja presión. El aire de los polos es más frío y más denso, por lo que tiende a descender, y a crear una zona de alta presión. Estas diferencias de presión originan los vientos, ya que las masas de aire tienden a dirigirse desde los centros de alta presión a los de baja presión.

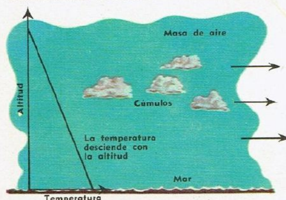
El aire se movería siempre en dirección de los polos al ecuador si ésta fuera la única causa de su desplazamiento, pero, como la Tierra está girando siempre, el aire que se encuentra en regiones próximas al ecuador se mueve mucho más de prisa que el de los polos, lo que origina una deflexión continua en la dirección de los vientos. Por otra parte, con el cambio de las estaciones, el sistema completo de los vientos se desplaza hacia el Norte o hacia el Sur, según los casos. Este esquema general se complica todavía más por la heterogeneidad de la superficie terrestre. Es distinta la rapidez con la que se calientan y se enfrían la tierra y el mar. Tales contrastes térmicos producen diferencias locales de presión entre las masas de aire cercanas, que pueden modificar la dirección de sus movimientos.

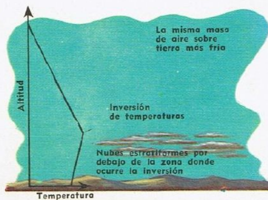
Se denomina *masa de aire* a la que tiene, aproximadamente, las mismas características, fundamentalmente a lo largo y a lo ancho de una región, ya que es de esperar que tanto la humedad, como la temperatura y la presión, varíen con la altitud. En áreas determinadas de la superficie terrestre, denominadas *regiones de origen,* las masas de aire adquieren las distintas características que las definen.

Las masas de aire pueden ser de dos tipos, principalmente: marítimas y continentales. Las primeras se forman sobre el mar, y las segundas sobre grandes extensiones de tierra. Las regiones de origen se clasifican, además, por su latitud, de acuerdo a su posición más cerca del ecuador o de los polos. Las diferencias entre las masas de aire marítimas y las continentales dependen del hecho de que la tierra y el mar se calientan con distinta rapidez. La tierra se calienta más rápidamente que el mar, por lo que el aire que se encuentra en su proximidad también se calienta más pronto. En invierno, y a bajas latitudes (cerca del ecuador), las masas de aire continentales están más calientes que las marítimas, porque el sol calienta fuertemente esa región. Por el contrario, una masa de aire continental, que se forma en invierno a altas latitudes, alcanza temperaturas más bajas que otra marítima formada a una latitud similar, ya que la tierra se enfría más rápidamente que el mar.

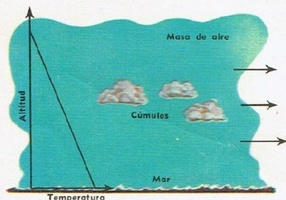
El movimiento general del aire puede dar origen a que las masas de aire marítimas se trasladen hacia la tierra y que las masas de aire continentales se dirijan hacia el mar. Como consecuencia, se modifican las carac-

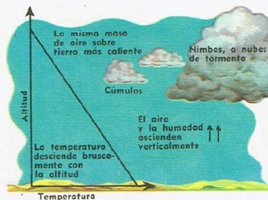
DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE TEMPERATURAS





La distribución vertical de temperaturas de una masa de aire que se dirige a una región más fría presenta un punto de inversión, al enfriarse sus capas inferiores en contacto con la Tierra.





Si la masa de aire va a una región más caliente, la caída vertical de la temperatura es mayor.

En general, las masas de aire calientes son mayores en verano que en invierno. Las flechas muestran la dirección de los vientos.

Distribución de masas de aire en el hemisferio norte en invierno (a la izquierda), y en verano (a la derecha).

terísticas de las masas de aire hasta el punto de que pueden ser encuadradas en otro tipo diferente. Por ello, es corriente denominar región de origen de una masa de aire a la región de la que procede.

Uno de los principales cambios que sufren las masas de aire, al pasar por distintas zonas, es la modificación de su gradiente, o distribución de temperaturas, según las distintas altitudes. En la *troposfera*, que es la parte de la atmósfera más cercana a la superficie terrestre, y la que más influencia tiene sobre el clima, la temperatura, normalmente, disminuye conforme aumenta la altitud.

La temperatura del aire que se encuentra en contacto con la tierra es más elevada que la de la capa que tiene encima. El aire de la zona inferior se expande y asciende, estableciéndose entonces las denominadas *corrientes de convección.* Si la masa de aire se encuentra sobre una superficie húmeda, se carga de vapor de agua y las corrientes de convección la elevan hasta zonas donde se condensa y forma nubes.

Si la masa de aire se encuentra sobre una superficie fría, la temperatura disminuye poco con la altitud. Como las capas inferiores de aire no se calientan, la temperatura apenas desciende con la altura, casi no existen movimientos verticales de aire.

En ciertos casos, es posible que la temperatura aumente con la altitud. Esto ocurre cuando una masa de aire se mueve sobre una superficie más fría. El aire que se encuentra en contacto con la tierra se enfría y entonces su temperatura es inferior a la de la capa que tiene por encima. De aquí que, en este caso, la distribución de temperaturas en las zonas bajas tenga un signo diferente a lo que es normal. Esta inversión del gradiente de temperaturas estabiliza la masa de aire hasta el punto de que casi desaparecen sus movimientos verticales (ya que una masa de aire nunca asciende sobre otra más caliente).

Una masa de aire, caracterizada entre otras cosas por su distribución vertical, puede, en principio, desplazarse hacia una región más fría o más caliente que aquella en la que se encuentra. En el primer caso, se enfría su parte inferior, y entonces tiene lugar el fenómeno de inversión, que hemos descrito anteriormente.

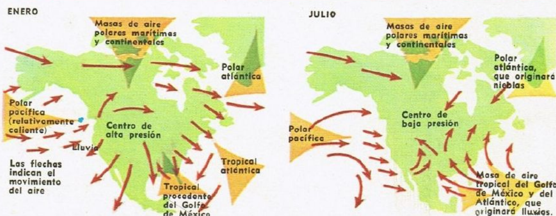
Se forman nubes bajas estratiformes con posibilidad de lluvias. La humedad queda situada en las zonas próximas a la tierra, donde puede condensarse como lluvia fría o niebla, principalmente en zonas industriales. Si una masa de aire se dirige, por el contrario, a una región más cálida, se calienta su parte inferior y se modifica su distribución vertical de temperaturas en el sentido de que entonces éstas caen mucho más rápidamente, a medida que la altura se hace mayor. El aire caliente asciende en fuertes corrientes de convección y al subir trasporta el vapor de agua evaporado de la superficie de la Tierra. Cuanto más acusada es la caída de temperaturas, más violentas son las corrientes de convección. Con una distribución normal de temperaturas, las corrientes de convección que se originan dan lugar a la formación de nubes *cumuliformes*, de aspecto de algodón, cuya presencia nos es familiar en los cálidos días de verano. En el otro extremo de la escala se encuentran los *nimbos*, o nubes de tormenta, de aspecto grisáceo, que se forman cuando las corrientes de convección son muy fuertes (a causa de que la temperatura cae muy rápidamente con la altura), por lo que la cantidad de vapor de agua que es trasportada a las regiones superiores es extraordinariamente grande.

A Norteamérica llegan masas de aire de tipos muy diferentes. En invierno, las más importantes son las procedentes de las regiones árticas, que son masas de aire frío y seco, cuya temperatura de inversión está situada a una altitud de unos mil metros. A medida que avanzan hacia el Sur, originan ligeras precipitaciones y vientos de dirección sur. Estas masas de aire, sin embargo, se calientan muy rápidamente, sobre todo en verano.

Las masas de aire marítimas procedentes del Pacífico Norte son relativamente cálidas en invierno, pero sus capas superiores están frías, y la caída vertical de temperaturas es, por tanto, muy acusada. Estas masas de aire traen consigo chaparrones y nieve, y grandes lluvias, sobre las montañas occidentales.

El aire polar, procedente del Atlántico, se enfría al ponerse en contacto con la corriente fría del Labrador, y origina nieblas en verano. Después de pasar sobre la corriente del Golfo, ocasiona lluvias cuando alcanza el continente.

Las masas de aire tropicales marítimas, procedentes del Atlántico o del Golfo de México, sufren un acusado descenso de su temperatura. Son inestables y producen precipitaciones pluviales.

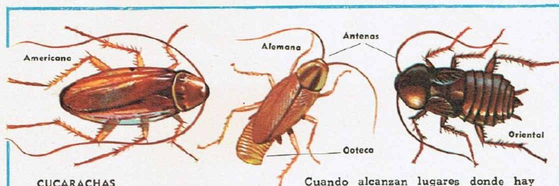


ALGUNOS INSECTOS COMUNES

Los muebles, los alimentos, los vestidos, y —en pocas palabras— casi todo lo que hay en nuestras casas está sometido al ataque de los insectos. El hombre, incluso, se encuentra amenazado por las pulgas, las moscas y las chinches. Algunos de estos insectos son cosmopolitas; y los hombres, que los llevan consigo, los propagan. Sus costumbres varían, pero todos son capaces de sacar provecho de las moradas que el hombre construye.

PLAGAS DE LOS TEJIDOS

Una característica de muchos insectos domésticos es la de alimentarse de sustancias secas, tanto de origen vegetal como de origen animal. La polilla de los vestidos y el escarabajo de las alfombras son ejemplos característicos de ello. Frecuentemente, no viven fuera de las casas, pero se encuentran —a veces en gran número— en los nidos de pájaros y roedores, especialmente en los que están abrigados y secos. Estos nidos, hechos de materiales secos, son, probablemente, los habitáculos originarios de estos insectos. Cuando el hombre empezó a construir casas, favoreció, involuntariamente, la multiplicación de esos insectos, que constituyen ahora las plagas del hogar, al proporcionarles lugares de cría favorables. Les fue fácil pasar de los nidos hechos en los aleros de los tejados a los vestidos y las alfombras de las casas. Se sabe que el escarabajo de las alfombras entra en las casas procedente de los nidos. Las larvas de edad avanzada tienden a abandonar los nidos (posiblemente a causa de la superpoblación) y a emigrar. Las larvas jóvenes viven en gran número en los nidos de los gorriones. Cuando emigran, suelen entrar en las casas y dañar las alfombras y otros tejidos. La larva, al terminar su desarrollo, se convierte en pupa, y se introduce en los intersticios del entarimado y sitios análogos. Cuando alcanzan el estado adulto —generalmente en primavera— ponen sus huevos en los nidos de los pájaros y en otros lugares apropiados, como la pelusa o los tejidos almacenados. Los adultos pueden ser confundidos con las mariquitas o "vaquitas de San Antón", que son de pequeño tamaño, y tienen un aspecto aterciopelado. El escarabajo de las alfombras es difícil de exterminar con insecticidas; y hay que eliminar todos los residuos, nidos viejos, etc., de los tejados y desvanes para que no dispongan de lugares de cría. Existen, naturalmente, muchas clases de insectos domésticos: polillas, mosquitos, escarabajos y carcomas, por no citar más que algunos. Cada uno de ellos tiene sus costumbres características y sus preferencias alimenticias. Como ocurría en los casos descritos anteriormente, la limpieza es el mejor medio de eliminarlos. Si los insectos no pueden encontrar alimentos ni lugares de cría, no hay peligro de infectación, aparte de las invasiones ocasionales que se combaten eficazmente con la aplicación periódica de insecticidas.



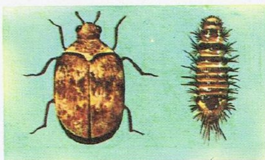
CUCARACHAS

Estos insectos son basureros omnívoros que comen, prácticamente, todo lo que pueden encontrar. No todas las cucarachas constituyen plagas, sino solamente las que proceden de climas cálidos. Se producen plagas en las grandes cocinas y almacenes donde existe calefacción continua. La cucaracha alemana y la oriental son, seguramente, las más molestas, seguidas, muy de cerca, por la americana. Son insectos pardos y negros coriáceos, con antenas largas y delicadas. Sus mandíbulas son muy fuertes, y las usan para masticar todo género de alimentos, incluso papel y encuadernaciones de libros.

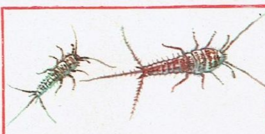
Las cucarachas, que son animales nocturnos, se esconden durante el día en rincones oscuros, conductos de calefacción, y, en general, en todos los lugares calientes y sombríos. Por la noche, salen de sus escondrijos en busca de toda suerte de desperdicios de comida, dejando largas pistas grasientas. Consumen grandes cantidades de alimento, y contaminan lo que no comen, con sus deyecciones y su olor desagradable. Cuando alcanzan lugares donde hay basuras, pueden contribuir a la propagación de enfermedades. En los lugares cálidos, se reproducen con gran rapidez, y llegan a ser muy numerosas si no se las combate.

Ponen sus huevos en cápsulas duras (ootecas) en forma de cartera, que trasportan las hembras durante algún tiempo. Cuando emergen de los huevos, se parecen en todo a sus padres, excepto en el tamaño y en que carecen de alas. Hacen varias mudas durante el período de crecimiento y se vuelven adultos sin ningún cambio brusco, del género de los que se producen en el desarrollo de las moscas o las mariposas.

La lucha contra las cucarachas se basa, fundamentalmente, en la limpieza. Si no existen desperdicios en el suelo, y todos los alimentos están bien tapados, no se producirán invasiones grandes. El uso continuo de polvos de pelitre o de DDT en los conductos de calefacción puede ser útil, pero las invasiones grandes deben ser tratadas por expertos, ya que las cucarachas son resistentes a muchos insecticidas.



El escarabajo de las alfombras y su larva



EL PECECILLO DE PLATA

A estos insectos, primitivos y sin alas, se los ve correr, con frecuencia, por los rincones oscuros de los armarios, las estanterías de libros y lugares análogos. Están cubiertos con escamas plateadas, muy finas, que se desprenden cuando se los toca. El pececillo de plata ("Lepisma") se alimenta, fundamentalmente, de harina y azúcar, e incluso de la cola que pega las encuadernaciones de los libros o el papel de las paredes. Pocas veces se presenta en cantidades suficientes como para justificar el uso de insecticidas.



Mosca doméstica, con las piezas bucales, de las que se sirve para chupar los alimentos líquidos, desplegadas.

LA MOSCA DOMÉSTICA

La mosca común de las casas ("Musca domestica") es un insecto cosmopolita. No sólo resulta molesta por sus continuos vuelos, sino que constituye un peligro real para el hombre, ya que propaga enfermedades. Las moscas se alimentan principalmente de sustancias en descomposición que encuentran en los basureros, estercoleros, etc., lugares en donde crían. Las moscas adultas son también atraídas por algunos alimentos de consumo humano, como la carne, el pescado y los dulces. Cuando comen, las moscas vierten sobre el alimento jugos digestivos, con objeto de disolverlo; seguidamente, los chupan y excretan. De esta forma, los microorganismos del estiércol se extienden con mucha facilidad; pueden ser transportados, además, por las patas y el cuerpo de los insectos y propagar enfermedades tales como el cólera, el tifus y la disentería. Hay que proteger, pues, los alimentos del contacto con las moscas para disminuir el peligro de una infección.
La mosca alcanza el estado adulto durante el verano (en los climas cálidos, en cualquier mes del año). Cuando hace calor, todo su ciclo vital se desarrolla en menos de dos semanas, de modo que puede haber varias generaciones al año. Cada hembra pone unos dos mil huevos, de los que sólo sobrevive una pequeña parte. Los pequeños huevos blancos son depositados en series en la basura o en el estiércol. Su período de incubación dura unas 24 horas, al término de las cuales surgen larvas blancas o ápodas, que se introducen en la basura y se alimentan de materias en descomposición durante algunos días. La larva muda dos veces durante este tiempo; cuando llega a su tamaño máximo, tiene algo más de un centímetro de longitud. La larva adulta busca, entonces, un lugar más seco, como por ejemplo, las capas superiores de la basura, o el suelo que la rodea. Allí se hace más corta y gruesa, y su piel se endurece, formando una envoltura en forma de barril —la cubierta de la pupa— dentro de la cual se trasforma en insecto adulto. El estado de pupa dura en verano cuatro o cinco días, pero las moscas que aparecen en primavera deben haber pasado en el mismo todo el invierno. La mosca adulta sale de la cubierta de la pupa empujando la "tapadera" que hay en uno de los extremos. Pocos días después las hembras ya ponen huevos, que son el principio de otra generación.
Los moscardones y moscardas —las grandes moscas verdes y azules— tienen un desarrollo similar. Crían en la carne y en los restos animales y constituyen plagas características de los mataderos, de los basureros domésticos y de los depósitos de desperdicios. Todo parece indicar que los moscardones están relacionados con la trasmisión de poliomielitis y otras enfermedades.
La lucha con las moscas es, en gran parte, una cuestión de higiene. Las moscas que se aventuran en el interior de las casas pueden ser eliminadas con insecticidas, pero la destrucción de los lugares en donde cría es más importante. El manejo adecuado de los desperdicios, mediante cremación o por almacenamiento en depósitos cerrados, o el cubrir con tierra los montones de basura, puede evitar, en gran parte, la puesta de huevos. Es una buena costumbre usar insecticidas a base de pelitre en los depósitos domésticos de basura, pero el uso en gran escala de insecticidas en los depósitos no es aconsejable, pues favorecen la formación de estirpes de insectos resistentes.



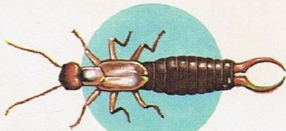
Huevos



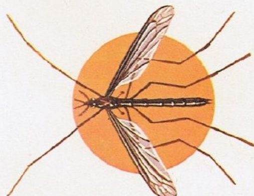
Larva



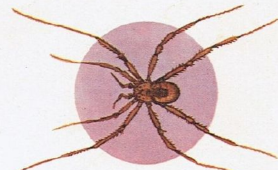
Pupa



Las tijeretas, procedentes del jardín, invaden con frecuencia las casas. Hacen poco daño, y son inofensivas para el hombre.



Las típulas pasan su vida larvaria en la tierra del jardín, pero los adultos entran, frecuentemente, en las casas durante el otoño.



A pesar de no ser un insecto, el opilión es confundido con frecuencia con éstos. Algunas especies entran en otoño en los edificios.



La mosca verde ("Lucilia") frecuenta más los mataderos que las casas, pero puede llegar a ser molesta en los depósitos de basura.



La larva de la polilla de la lana causa daños en toda clase de tejidos; el adulto (representado aquí), no.

EL URANIO Y LAS SERIES

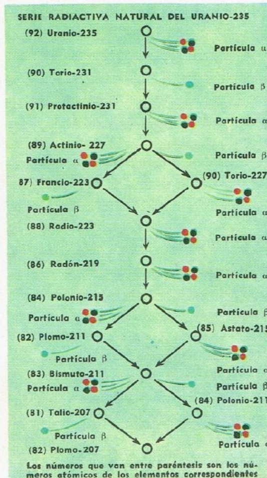
El uranio es el elemento más pesado que se encuentra en la naturaleza y el único cuyos isótopos naturales son todos radiactivos.
Un isótopo se diferencia de otros del mismo elemento en que su *peso atómico* es distinto; por ello, se acostumbra a denominarlo con el nombre del elemento al que pertenece, seguido de su peso atómico. Así, el uranio 238, que es el isótopo del uranio más abundante en la naturaleza, tiene en su núcleo 92 protones (número atómico del uranio) y 146 neutrones, siendo su peso atómico, por consiguiente, 238. El uranio 235, que es el isótopo que sigue en cantidad al anterior, tiene 3 neutrones menos en su núcleo.

Estos son los dos isótopos más corrientes del uranio. Ambos son inestables y sus núcleos se desintegran radiactivamente, emitiendo partículas cargadas y dando lugar a *otros elementos*. Los núcleos de estos nuevos elementos son también radiactivos, es decir, no son estables, y, por ello, vuelven a desintegrarse, convirtiéndose en nuevos elementos. Este proceso continúa hasta que los núcleos de los elementos que se forman en estas desintegraciones radiactivas llegan a ser estables.

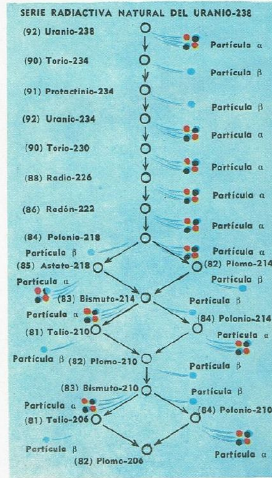
Se denomina *serie radiactiva* al conjunto de elementos formados por la sucesiva desintegración del núcleo que encabeza la serie. En la naturaleza, existen tres series radiactivas independientes. La más larga, que comienza en el uranio 238, se conoce con el nombre de *serie radiactiva natural del uranio-238*.

La segunda serie radiactiva tiene por cabeza al uranio 235, que también se encuentra en la naturaleza aunque en menor cantidad que el isótopo 238; se la denomina *serie del uranio-235*. La tercera *serie* es la del *torio-232*, elemento natural, de desintegración, como los otros.

Los procesos esquematizados en estas series tienen lugar cuando los núcleos de los elementos que los encabezan pierden una partícula α o una partícula β, fenómeno que trae consigo el que se altere la carga eléctrica del núcleo primitivo. Cuando éste pierde una partícula β, la carga del núcleo (y, por lo tanto, el número atómico de ese elemento) se incrementa en una unidad. Si un núcleo emite, por el contrario, una partícula α, su número atómico se reduce en dos unidades, y su peso atómico en cuatro.
Si el núcleo del átomo recién creado es radiactivo emitirá, a su vez, alguna de estas partículas, trasformándose en el núcleo de otro elemento distinto, el cual, si también es radiactivo, se desintegrará para continuar el proceso de la serie.
Lo más frecuente es que todos los átomos de un determinado isótopo radiactivo emitan partículas α o partículas β, pero también se da el caso de que algunos miembros de las series radiactivas presentan átomos que emiten radiación α y otros que emiten radiación β. Un mismo átomo no puede emitir ambas radiaciones a la vez. En estos casos, la serie no es una simple sucesión de procesos, sino que en algunos puntos se producen ramificaciones. Por ejemplo, en la serie del uranio-235, el actinio-227 se desintegra en francio-223 por pérdida de una partícula α, y en torio-227 al perder una partícula β. Los dos nuevos elementos así formados vuelven a desintegrarse, trasformándose ambos en radio-223; el primero de ellos, emitiendo una partícula β, y el segundo por pérdida de una partícula α.
El radio-223, producido de cualquiera de estas formas, es, por supuesto, idéntico, y con él se cierra la ramificación iniciada en el actinio-227. El radio-223 se desintegra para dar lugar al siguiente miembro de la serie, el radón-219. Los detalles completos de los procesos y ramificaciones que se suceden en las tres series radiactivas naturales pueden verse en los diagramas.
Es interesante hacer notar cómo todas las series naturales finalizan con isótopos del plomo: plomo-206, plomo-207 y plomo-208. Los tres son isótopos estables y, por lo tanto, no se producen ulteriores desintegraciones.
Es, también, muy importante hacer observar que no todos los núcleos de un isótopo ra-



Los números que van entre paréntesis son los números atómicos de los elementos correspondientes

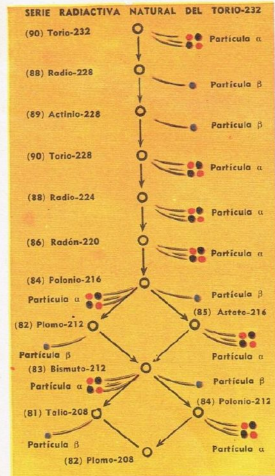


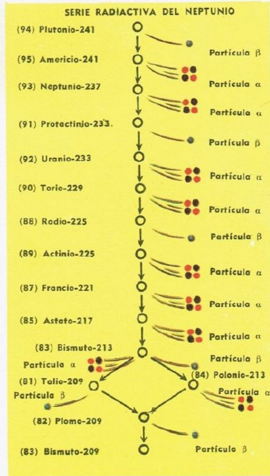
RADIACTIVAS

La mayor parte de los isótopos que se encuentran en la naturaleza tienen núcleos estables, que no se desintegran radiactivamente. Casi todos los isótopos naturales radiactivos tienen un número atómico mayor de 80. Las series radiactivas están formadas por estos elementos pesados.

Un isótopo puede desintegrarse de dos formas distintas: por emisión de partículas α o de partículas β.
La partícula α tiene la misma estructura que un núcleo de helio, y está formada por dos protones y dos neutrones, partículas elementales que han de ser sustraídas del núcleo que se está desintegrando, con lo que su número atómico se reduce en dos unidades y su peso atómico en cuatro.
La partícula β es un electrón emitido por el núcleo que se desintegra, y procede de la descomposición de un neutrón. En efecto, éste da lugar a un electrón (partícula β) y un protón, con lo que, en definitiva, el número atómico del núcleo se incrementa en una unidad, por emisión de una partícula β. Como el electrón no tiene apenas masa, el peso atómico queda prácticamente inalterado.

diactivo se desintegran inmediatamente. Por ejemplo, el que todos los núcleos del uranio-238 se desintegren para dar lugar al torio-234, exige muchísimo tiempo; los procesos que se incluyen en la serie requieren, por su parte, un tiempo mayor o menor, según los casos. Si tenemos en cuenta este hecho, podremos entender fácilmente por qué tendrá que trascurrir mucho tiempo antes de que se detecte la presencia del plomo-206. De hecho, todavía existen considerables cantidades de uranio-238, el cual comenzó a desintegrarse en el principio de los tiempos geológicos.
Del diagrama de la serie radiactiva del uranio-238, puede deducirse que si dejáramos desintegrarse durante un espacio de tiempo lo suficientemente grande una cantidad determinada de uranio-238, o cualquier otro de los elementos radiactivos que aparecen en la serie, acabaría por convertirse en una cantidad equivalente de plomo-206, a través de los procesos de desintegración que se indican en el diagrama. El tiempo requerido por cada uno de estos procesos es muy grande, por lo que no es de extrañar que para que la mitad de la cantidad inicial de uranio-238 se convierta en plomo-206 tienen que trascurrir unos mil millones de años.
Después de que fueron descubiertas las tres series radiactivas naturales, los esfuerzos de los investigadores en este campo se encaminaron a encontrar otras nuevas series radiactivas. En 1940, se obtuvieron artificialmente nuevos elementos, de número atómico superior a 92, a los que se denominó *elementos transuránicos*. El neptunio (número atómico, 93) y el plutonio (número atómico, 94) fueron los primeros en ser aislados. En 1945, se continuaron los descubrimientos de nuevos elementos, entre los que se encuentra el americio (número atómico, 95). Como los isótopos de estos elementos, que han sido producidos artificialmente, son radiactivos se los denomina *radiactivos artificiales*.
Pronto se puso de manifiesto la existencia de una cuarta serie radiactiva (la serie radiactiva del neptunio), la cual es artificial, ya que comprende varios elementos transuránicos.
La serie radiactiva del neptunio-237 se llama así porque el neptunio-237 es el isótopo radiactivo más estable de la serie; los procesos que incluye pueden verse esquemáticamente en el diagrama adjunto. Al igual que en las series naturales, la emisión de partículas α o partículas β da origen a la desintegración de los isótopos radiactivos que forman la serie. También aparece una ramificación, en el caso de la desintegración del bismuto-213, ya que algunos de sus átomos emiten radiación α, trasformándose en talio-209, mientras que otros emiten partículas β, convirtiéndose en polonio-213. El talio-209, por emisión de una partícula β, y el polonio-213, al emitir radiación α, se trasforman en átomos idénticos de plomo-209; éste se desintegra para formar bismuto-209, que es un isótopo estable y constituye el elemento final de la serie radiactiva del neptunio.
Como ocurre en las series radiactivas naturales, una cantidad determinada de cualquier isótopo de la serie se convertirá, si dejamos trascurrir el tiempo suficiente, en una cantidad equivalente del isótopo estable, bismuto-209.
La mayoría de los isótopos radiactivos naturales aparecen en alguna de las tres series radiactivas. Sólo siete de ellos no pertenecen a ninguna de las tres series. Cuarenta y seis isótopos distintos aparecen entre las tres series, y todos ellos son isótopos de elementos cuyo número atómico está comprendido entre 81 y 92.
Los isótopos radiactivos artificiales no aparecen, por lo general, en estas series. Más de 700 de ellos tienen un número atómico menor de 80 y no pertenecen a ninguna de las series radiactivas.



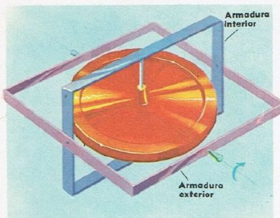


CÓMO SE MIDE LA VELOCIDAD ANGULAR

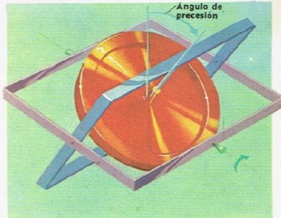
Uno de los datos que es necesario conocer, durante el vuelo, es la velocidad con que el aeroplano cambia de dirección, para calcular el rumbo que el aparato lleva en cada momento. Los valores que generalmente alcanza esta magnitud son muy pequeños. Por ejemplo: si un aeroplano se aproxima, en dirección Norte-Sur, a un aeropuerto, y tiene que aterrizar en una pista orientada en la dirección Este-Oeste, ha de desviarse unos cuantos kilómetros al Este, para girar luego convenientemente y tomar la dirección de la pista de aterrizaje. Si el avión tarda medio minuto en girar los 90°, la velocidad con que cambia su dirección, o sea su velocidad angular media, es de 180°/minuto, o, lo que es lo mismo, da una revolución cada dos minutos.

El giroscopio de velocidad angular es el aparato utilizado para medir esta magnitud, cuando alcanza valores tan bajos como en el presente caso.

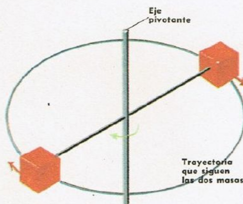
El funcionamiento de este aparato puede explicarse fácilmente, observando el comportamiento de dos masas metálicas, o de madera, conectadas por una varilla horizontal que, a su vez, va unida rígidamente a un eje vertical pivotante. Si éste se mantiene vertical, y hacemos girar el sistema, las dos masas se mueven en un círculo horizontal. Si inclinamos el eje pivotante, el plano donde giran las masas va tomando una posición que está perfectamente determinada, entre otras cosas, por la magnitud de la desviación del eje pivotante, y la velocidad angular de rotación del sistema. La desviación del eje está producida por un par de fuerzas (dos fuerzas iguales y de sentido contrario) aplicadas en ambos extremos del eje vertical. La rotación de las dos masas puede, del mismo modo, representarse por otro par de fuerzas, contenido en el plano horizontal. Matemáticamente, es posible demostrar que el efecto combinado de estos dos pares de fuerzas tiene como resultado la aparición de un tercer par, que actúa en plano vertical, y cuya di-



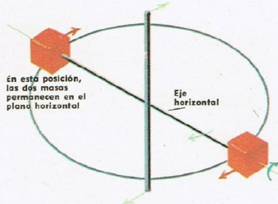
El giroscopio está formado por una rueda, o volante, que gira alrededor de su eje, el cual va montado en un cuadrante que, a su vez, pivotea en una armadura exterior. Si hacemos girar ésta en el sentido que se indica la armadura interior trasmite dicho movimiento al eje del volante.



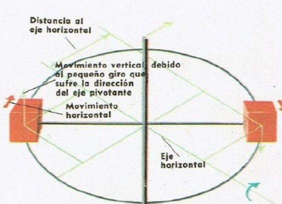
Si el volante se encuentra en rotación, al girar la armadura exterior empieza a efectuar un movimiento de precesión, y su plano final de rotación queda determinado por el efecto conjunto, o, mejor dicho, resultante de los dos pares de fuerzas aplicados.



Las dos masas están unidas rígidamente al eje pivotante, que se hace girar a gran velocidad. Las dos masas se moverán, de esta manera, en un plano horizontal, en la dirección que indican las flechas rojas.



El eje horizontal es, como puede verse, el eje del pequeño movimiento de giro a que hemos de someter el eje pivotante vertical. La posición vertical de las dos masas, cuando están alineadas con el eje horizontal, no es afectada por este movimiento.



Cuando la varilla de unión de las dos masas no coincide con el eje horizontal, éstas tienden a salirse del plano en el que efectúan su movimiento de rotación, cuando se desplaza en un pequeño ángulo el eje pivotante vertical.

rección es perpendicular a la de los otros dos. El par de fuerzas producido obliga a desplazarse al plano de giro de las dos masas. Este fenómeno es conocido con el nombre de *precesión*.

Podremos entenderlo mejor, considerando lo que sucede a las dos masas, a medida que la varilla que las une va ocupando las diferentes posiciones representadas en las figuras. Llamaremos *eje horizontal* al del par de fuerzas que produce la desviación de la varilla vertical. Se llama eje de un par de fuerzas a la línea perpendicular al plano en que están contenidas ambas fuerzas, y que pasa por el punto medio del segmento que une sus puntos de aplicación. Cuando las dos masas están alineadas con el eje horizontal, el movimiento de desviación del eje vertical no las desplaza del plano horizontal. A medida que las dos masas continúan su movimiento de rotación, la desviación del eje pivotante de su posición vertical da lugar a que las dos masas se separen del plano horizontal.

Si reemplazamos las dos masas por un número determinado de parejas de masas similares, conectadas por sus correspondientes varillas, y unidas éstas últimas al eje pivotante vertical, el plano de rotación sigue apartándose del horizontal, cuando desviamos el eje pivotante de su posición vertical.

En el giroscopio, este conjunto de parejas de masas está sustituido por una rueda, o volante, cuyo eje va fijo en un *cuadrante*, que pivotea en la armadura exterior.

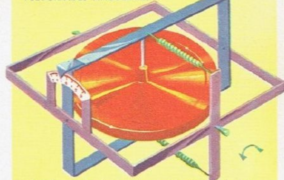
Esta armadura exterior va fija en el aparato (en este caso el aeroplano del que se trata de medir su velocidad angular). Por ejemplo, cuando el aeroplano cambia su rumbo, la armadura exterior del giroscopio empieza a describir un movimiento de rotación, que se trasmite al eje del volante. Si éste se encuentra girando, se produce entonces una precesión del plano en el que la rotación del volante tiene lugar.

La intensidad del par de fuerzas que origina el movimiento de precesión depende de las magnitudes de las fuerzas que dan lugar a los movimientos de rotación del volante y de la armadura exterior. Si hemos de compensar la precesión, la magnitud de la fuerza necesaria será, en definitiva, proporcional a la velocidad angular de la armadura externa. Este es el principio del aparato de medida utilizado en los aeroplanos, el cual nos indica su velocidad angular, a partir de la fuerza necesaria para compensar el movimiento de precesión. El cuadrante al que va fijo el eje del volante está sujeto con dos resortes. Cuando aparece el movimiento de precesión, uno de los resortes se extiende hasta una posición constante, lo que constituye una medida de la fuerza de compensación ejercida. El principio es el mismo que el del dinamómetro, aparato en el que la posición de la aguja, sobre la escala, indica la tensión que está ejerciendo el resorte para mantener en equilibrio el peso colocado en su extremo.

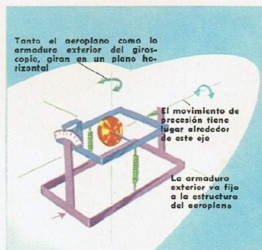
En el aparato de medición de la velocidad angular, el desplazamiento de la aguja depende también de la tensión del resorte, que está directamente relacionada con la velocidad con que el aeroplano cambia su dirección.

Estos aparatos se utilizan también en los barcos, para medir la magnitud del movimiento de balanceo (rotación alrededor del eje longitudinal de la nave), y constituyen una parte importante de su sistema de estabilización.

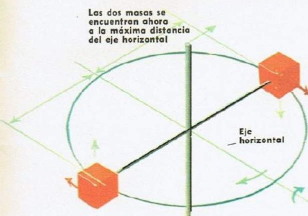
GIROSCOPIO PARA LA MEDICIÓN DE VELOCIDADES ANGULARES



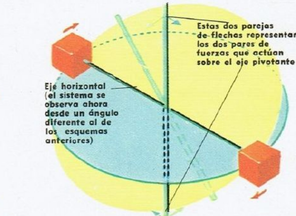
Según están dispuestos en la figura los distintos elementos, al hacer girar la armadura exterior con una velocidad constante, el volante efectuará un movimiento de precesión en la dirección adecuada. En el momento en que la precesión comienza, y el bastidor interior empieza a girar, se estira uno de los dos resortes, con lo que se produce una fuerza que se opone al movimiento de precesión. Cuando la tensión en ese resorte es igual a la fuerza que causa el movimiento de precesión, el bastidor interior permanecerá estacionario. La aguja indicadora, que va unida al cuadrante interior, indicará la posición en la que ambas fuerzas se igualan, lo que depende, entre otras cosas, de la velocidad de variación de la dirección del movimiento de la armadura exterior. Al aumentar ésta, es decir, al hacerse mayor la velocidad angular, el movimiento de precesión será también más acusado, lo que dará lugar a una mayor fuerza de tensión en el resorte correspondiente, cuando se alcance el equilibrio. Si, por el contrario, reducimos la velocidad angular de la armadura exterior, el resorte, que está tenso, tenderá a colocar en la posición de cero la armadura interior, hasta el punto en que se alcance el equilibrio. Si la armadura exterior no está sometida a ningún movimiento de giro, la aguja marca el cero.



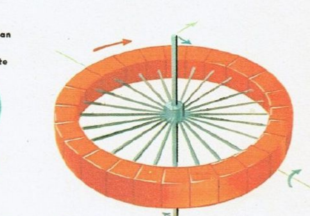
Ángulo de giro (muy aumentado en proporción) en un aeroplano.



Cuando la varilla de unión de las dos masas forma un ángulo recto con el eje, el desplazamiento vertical de ambas masas es máximo. En este caso los cubos rojos (masas) se hallan equidistantes del eje vertical, engendrando una circunferencia.



Las masas no pueden moverse, a la vez, en dos direcciones diferentes, sino que tienden a desplazarse en la dirección resultante de ambos movimientos. Su plano de rotación formará un cierto ángulo con el plano original, que era horizontal.



Una rueda formada por un cierto número de parejas de masas, similares a las anteriores, presentará, por tanto, una tendencia a inclinar el plano de rotación común, cuando hagamos desplazarse el eje pivotante vertical, en un cierto ángulo.

CONDUCTORES Y AISLANTES

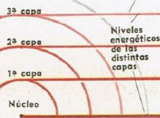
La batería de un coche puede resultar seriamente afectada si conectamos un alambre de cobre suficientemente grueso entre sus terminales, ya que el cobre es muy buen *conductor* de la electricidad, es decir, presenta muy poca resistencia al paso de la corriente eléctrica. Como, además, la resistencia de la propia batería también es pequeña, la intensidad de corriente resultante es tan grande como para inutilizar permanentemente la batería.

Si en vez de unir los terminales de la batería con un alambre de cobre, lo hiciésemos, en su lugar, con un trozo de polietileno, la corriente que pasaría a través de él sería, prácticamente, nula. El polietileno es, pues, un *aislante* eléctrico y la corriente que permite pasar a través de él es demasiado pequeña como para que pueda ser detectada. Aunque, de hecho, la intensidad de corriente que permite pasar no es exactamente nula, podremos hacernos una idea de su exigua magnitud, si tenemos en cuenta que la conductividad del polietileno (un índice de la facilidad con que las diversas sustancias conducen la corriente eléctrica) es aproximadamente 100.000.000.000.000.000.000.000

Dentro del átomo, los electrones están dispuestos en capas. Estas capas indican, por una parte, la distancia aproximada a la que se encuentran los electrones del núcleo, y, por otra, un determinado nivel o contenido energético. Las energías de los electrones que ocupan distintas capas pueden representarse mediante los "diagramas de energía", en los cuales los distintos niveles están representados por líneas horizontales. La distancia entre dos líneas contiguas representa, entonces, la diferencia de energía existente entre los electrones que ocupan estas dos capas.

En los átomos en los que las energías de los electrones están muy bien definidas, las líneas que representan los niveles serán muy delgadas, y estarán, también, muy bien definidas. En los sólidos, sin embargo, los átomos están cerca unos de otros y, entre las últimas capas, hay interacciones energéticas. Los niveles de estas capas ya no están bien definidos, y entonces es más correcto hablar de "bandas de energía".

El espacio comprendido entre estas bandas es, por lo tanto, una especie de tierra de nadie, y los electrones no pueden ocuparlo. Sin embargo, si de alguna forma se les comunica una cierta cantidad de energía, los electrones pueden saltar de una banda a otra. Los electrones internos (los más cercanos al núcleo) necesitarían una cantidad de energía mucho mayor para efectuar tales saltos, por lo que no participan en estos movimientos, que definen, en suma, el mecanismo interno de la conductividad.



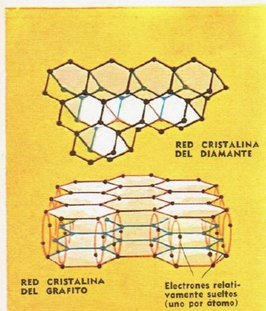


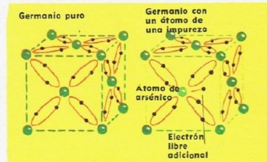


En un conductor, la banda más externa puede estar sólo a medio llenar. Como en esta banda es muy pequeña la influencia del resto del átomo, los electrones tienen cierta facilidad para ocuparla y desalojarla. Existe aquí un estado de continua comunicación con otros electrones, transformándose esta acción en mecanismo de conducción.

Todos los electrones ocupan bandas que ya están completas, por lo que no pueden tomar parte en el mecanismo de la conductividad. Existe, sin embargo, una banda externa de conducción, pero la diferencia de energía entre ella y la capa más próxima es lo suficientemente grande para impedir que los electrones salten a esta banda externa.

En los semiconductores, la distancia entre la última capa completa y la banda de conducción que, por supuesto, se encuentra vacía, es muy pequeña. Por simple calentamiento, los electrones pueden adquirir suficiente energía para salvar esa distancia. Observemos que la distancia existente entre la última capa completa y la capa conductora es reducida.





La conductividad de una sustancia depende, también, de su pureza. Al añadir arsénico al germanio se incrementa enormemente su conductividad.

La conductividad depende de la disposición de los átomos en el cristal. El carbono es aislante bajo la forma de diamante, en donde sus átomos están rígidamente enlazados. El grafito, otra modificación cristalina del mismo carbono, es semiconductor.

Entre los diversos átomos hay fuerzas de enlace que mantienen esta disposición. Algunos electrones forman parte de estos enlaces existentes entre los componentes del retículo cristalino. Pero en un sólido conductor hay electrones que muestran cierta libertad, y que no están directamente ligados a un átomo en particular, sino que, por el contrario, forman una especie de nube electrónica uniformemente distribuida por todo el retículo, capaz de desplazarse en conjunto, y constituyendo así una corriente eléctrica. En los sólidos aislantes, los electrones están, por el contrario, directamente enlazados a sus átomos y no tienen la posibilidad de desplazarse.

De la especial disposición de los átomos en el retículo cristalino puede depender, en muchos casos, que un sólido sea aislante o conductor. Tomemos un buen ejemplo de cómo la estructura atómica afecta a la conductividad de un sólido: el carbono. En el grafito (material utilizado en las minas de los lápices), los átomos de carbono están, por decirlo así, débilmente asociados entre sí. Sólo 3 de sus 4 electrones de valencia, que com-

(10^{23}) veces más pequeña que la del cobre, lo que significa que la corriente que pasa a través de un trozo de polietileno es 10^{23} veces más pequeña que la que pasa a través de un trozo de cobre de la misma forma y volumen. No nos sorprenderá, ahora, el hecho de que hayamos llamado material aislante al polietileno.

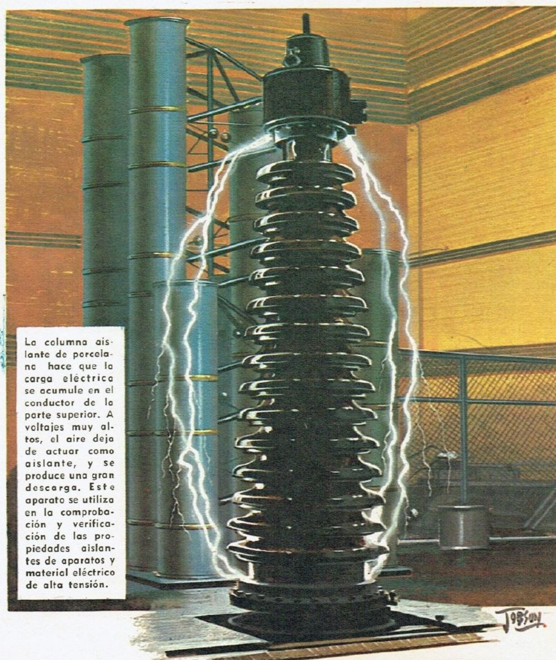
El cobre y el polietileno representan los dos extremos en la escala de conductividades. Las demás materias conducen la corriente eléctrica en cierta medida, y su conductividad está comprendida entre ambos extremos. De entre todas las propiedades físicas de una sustancia, la conductividad eléctrica se distingue por presentar el más amplio intervalo de valores, lo que queda claramente expuesto con el ejemplo del cobre y el polietileno aducido anteriormente.

Tanto los buenos conductores como los aislantes encuentran importantes aplicaciones, según sea el fin al que se destinan. Existe otro tipo de compuestos, que presentan conductividades intermedias. La conductividad de los *semiconductores* es unas 50.000 veces más pequeña que la del cobre. Este tipo de sustancias, que incluye al silicio y al germanio, ha adquirido, últimamente, una gran importancia por su utilización en transistores.

Pero vayamos a las causas: ¿por qué el cobre y el polietileno, ambos sólidos, presentan tanta diferencia en sus conductividades eléctricas? La razón hay que buscarla estudiando detalladamente las diferencias existentes entre sus estructuras atómicas, y en la disposición de sus átomos dentro del sólido.

Una corriente eléctrica es un flujo de electrones originado por una diferencia de potencial, que puede ser suministrado, por ejemplo, por una batería. En una sustancia conductora, los electrones tienen la suficiente libertad como para desprenderse de los átomos a los que están ligados, y tomar parte en una escalonada circulación, a través del sólido, lo que, en esencia, constituye la corriente eléctrica.

Los átomos, o las moléculas de los sólidos, están, por lo general, dispuestos ordenadamente en un retículo cristalino.



La columna aislante de porcelana hace que la carga eléctrica se acumule en el conductor de la parte superior. A voltajes muy altos, el aire deja de actuar como aislante, y se produce una gran descarga. Este aparato se utiliza en la comprobación y verificación de las propiedades aislantes de aparatos y material eléctrico de alta tensión.

TABLA DE CONDUCTIVIDAD DE ALGUNOS MATERIALES

Como es bien sabido, la unidad de resistencia eléctrica es el "ohmio". Su recíproca, la unidad de conductancia, se denomina "mho". La unidad de resistividad es el ohmio-metro, y la de conductividad, el mho-metro. Las cifras que aparecen en la tabla corresponden, pues, a la intensidad de corriente que dejaría pasar un cubo, de un metro de lado, del material correspondiente, cuando se aplicase a dos de sus caras opuestas una diferencia de potencia de 1 voltio.

SUSTANCIA	CONDUCTIVIDAD (mhos/m)	SUSTANCIA	CONDUCTIVIDAD (mhos/m)
Aluminio	$3{,}8 \cdot 10^{7}$	Plata	$6{,}8 \cdot 10^{7}$
Carbón	$2{,}8 \cdot 10^{4}$	Plomo	$4{,}5 \cdot 10^{6}$
Constantan (Cobre 60% - Ni 40%)	$2{,}0 \cdot 10^{6}$	Tungsteno	$1{,}8 \cdot 10^{7}$
Cobre	$5{,}8 \cdot 10^{7}$	Ámbar	$2 \cdot 10^{-15}$
Hierro	$1{,}0 \cdot 10^{7}$	Azufre	10^{-15}
Latón	$1{,}4 \cdot 10^{7}$	Baquelita	10^{-14}
Manganina (Cu, 84% - Mn, 12% Ni,4%)	$2{,}3 \cdot 10^{6}$	Cuarzo (fundido)	$1{,}3 \cdot 10^{-18}$
Mercurio	$1{,}1 \cdot 10^{6}$	Ebonita (varía entre)	10^{-13} y 10^{-16}
Nicrom	$1{,}0 \cdot 10^{6}$	Madera " "	10^{-8} y 10^{-11}
		Mica " "	10^{-11} y 10^{-15}
		Vidrio " "	10^{-10} y 10^{-14}

ponen su última capa, están directamente compartidos con otros átomos de carbono. El otro electrón tiene una relativa libertad para circular por el cristal, por lo que el carbono, en este estado cristalino, es un semiconductor, al igual que el silicio y el germanio. En el diamante, sin embargo, los átomos de carbono forman una estructura rígida, en la que todos los electrones de valencia están comprometidos en la formación de enlaces, de forma que ya no es posible la existencia de ningún flujo de corriente. El diamante es, por tanto, un magnífico aislante.

EFECTO DE LAS IMPUREZAS

La adición de impurezas a un sólido modifica su conductividad, ya que la presencia de átomos extraños altera la estructura cristalina. Tanto el cobre como el níquel son excelentes conductores. La aleación denominada *constantan* (60 % Cu, 40 % Ni) presenta, sin embargo, una conductividad 10 veces menor.

Las impurezas no siempre afectan a la conductividad en ese sentido. En muchos aislantes los átomos están unidos estrechamente, y la presencia de átomos extraños modifica su disposición, en el sentido de que facilitan que algunos electrones estén más sueltos, incrementando con ello su conductividad. La aplicación práctica más importante de éste fenómeno podemos encontrarla, como hemos dicho, en los semiconductores germanio y silicio. Ambos elementos son *tetravalentes*, es decir, tienen cuatro electrones en su última capa, los cuales forman parte de sus respectivos enlaces, por lo que no existe circulación electrónica alguna. Si a estos elementos les añadimos átomos *penta*, o *trivalentes*, en el espacio donde antes había 4 electrones, existirán 5 ó 3 electrones. Se produce entonces un exceso, o defecto de electrones, que incrementa enormemente la conductividad del sólido primitivo, pues, de hecho, estos electrones son partículas que trasportan carga eléctrica y que tienen cierta libertad dentro del retículo cristalino donde se encuentran.

VARIACIÓN CON LA TEMPERATURA

La conductividad varía con la temperatura, pero mientras en los metales decrece cuando la temperatura aumenta, en los aislantes y semiconductores sucede a la inversa.

En los metales la corriente eléctrica es, idealmente, un flujo ordenado de electrones a través de ellos. El calor excita a los átomos, y tiende a desorganizar el flujo, haciendo más difícil el paso de la corriente. Conforme se enfría un metal, éste se va haciendo cada vez más conductor hasta que alcanza el cero absoluto (—273° C); el metal llega a ser *super-conductor*. A estas temperaturas tan bajas, los movimientos de vibración de los átomos dejan ya de producirse, y los electrones fluyen en un orden casi perfecto.

En los aislantes y semiconductores, el calor proporciona energía suficiente para liberar algunos electrones de sus enlaces. Los semiconductores son particularmente sensibles al calor, de forma que si se sobrecalientan, permitiendo que pase a su través un flujo demasiado grande de corriente, ésta aumenta tan rápidamente que los semiconductores pueden llegar a quemarse.

LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DE LOS LÍQUIDOS

Los líquidos puros son, en general, malos conductores de la electricidad. Cuando se quiere obtener, por ejemplo, hidrógeno y oxígeno por electrólisis del agua, es necesario añadir alguna sustancia, tal como ácido sulfúrico o hidróxido de sodio. De este modo, se consigue que la disolución formada conduzca la corriente eléctrica. A las disoluciones de electrólitos se les conoce con el nombre de *conductores de segunda especie*, para distinguirlas de los metales, ya que el mecanismo de conductividad es, fundamentalmente, distinto. En estas disoluciones de electrólitos (sustancias que, al disolverse, se disocian en iones) no existe, como en el caso de los metales, un flujo libre de electrones, sino que las cargas eléctricas son trasportadas de un electrodo a otro por los iones del electrólito disuelto en el líquido.

Se sabe, desde hace mucho tiempo, que las disoluciones de electrólitos conducen la corriente eléctrica. Los primeros estudios de la conductividad de disoluciones eran confusos a causa de que se producían fenómenos de polarización en los electrodos, por lo que se obtenían resultados erróneos, y parecía que las disoluciones no obedecían a la ley de Ohm. Hoy se sabe que se hallan encuadradas en dicha ley, y que la resistencia que presentan al paso de la corriente es independiente de la fuerza electromotriz aplicada.

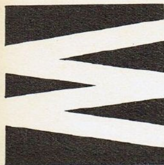
La variación de la conductividad de una disolución, por causa de la temperatura, está determinada por modificaciones en la movilidad de los iones y porque su número (el grado de disociación), varía con la temperatura.

La movilidad de los iones aumenta con la temperatura, en la mayor parte de los casos. Esto puede comprenderse fácilmente, si tenemos en cuenta que al aumentar la temperatura disminuye, por lo general, la viscosidad del líquido que forma parte de la disolución, con lo que los movimientos iónicos se llevan a cabo con más libertad.

En lo que se refiere a la influencia de la temperatura sobre el grado de disociación, hemos de tener en cuenta que, tanto éste, como cualquier otro proceso químico en que se establezca un equilibrio, obedece a la ley de Le Chatelier, por lo que, si al sistema se le suministra calor, el equilibrio entre iones y moléculas no disociadas se desplaza en el sentido de la absorción de calor. La mayoría de los electrólitos se disocian en iones, desprendiendo calor, por lo que, al aumentar la temperatura, disminuye el grado de disociación.

Estos dos factores son la causa de que la conductividad de una solución aumente o disminuya con la temperatura.

FABRIL 16-10-64



NUEVAS REALIDADES, NUEVOS TÉRMINOS

LA TEMPERATURA DEL CUERPO HUMANO

La temperatura del cuerpo humano depende del equilibrio entre la producción y la disipación del calor. Para mantener este equilibrio a la temperatura normal, el organismo dispone de mecanismos reguladores, que lo consiguen con una variación de 0,5ºC.

El **hipotálamo** es el centro del cerebro donde radican estos mecanismos reguladores, por lo que se le denomina, con frecuencia, "termostato corporal".

En el hipotálamo hay centros nerviosos **simpáticos**, que estimulan la producción de calor, y centros **parasimpáticos**, que provocan la pérdida de calor.

La producción de calor en el cuerpo se verifica por el proceso del metabolismo, término en el que se encuadra la mayor parte de las complicadas reacciones bioquímicas que tienen lugar en el organismo, y que cumplen la función de degradar, paulatinamente, las sustancias alimenticias, para obtener un rendimiento energético elevado. En el metabolismo normal se liberan unas 200-300 calorías por hora; cuando el individuo está en reposo, 60-70 cal/h; y, en períodos cortos de ciertas actividades, la cifra llega a ser de 1000-2000 cal/h.

De esta producción de calor, sólo el 25 % se trasforma en trabajo mecánico.

Los factores que modifican el metabolismo y, por tanto, la producción de calor, son: el **ejercicio físico**, que provoca el incremento de la oxidación de los alimentos; la **estimulación simpática**, que libera epinefrina, con lo que se verifica el desdoblamiento del glucógeno en glucosa; la **estimulación de la tiroides**, que libera tiroxina, hormona que aumenta la concentración de las enzimas oxidantes; y **la acción directa de los alimentos**, ya que, después de una comida, el metabolismo aumenta de un 10 % a un 60 %.

El organismo disipa el calor mediante varios procedimientos de refrigeración; entre ellos, la **radiación**, que se verifica cuando el ambiente está a menor temperatura que el organismo (60 % de la disipación de calor del cuerpo); la **conducción** a través de los objetos, o del aire que está en contacto con el cuerpo (15 % de la pérdida calórica total); y la **evaporación** del líquido extracelular (sudor, vapor de agua en la respiración, etc.), que se difunde continuamente a través de la piel y de las mucosas. Como el calor latente de vaporización del agua es muy elevado (unas 540 cal.), y el organismo tiene que cederlo, se comprende que con este proceso se elimine una parte importante del calor corporal. En condiciones normales, puede ser el 25 % del total, pero cuando el ambiente se encuentra a temperatura superior a la del cuerpo y, por tanto, no se pueden verificar las disipaciones por radiación y conducción, este mecanismo de refrigeración por evaporación es el que realiza toda la eliminación del calor necesaria para mantener la temperatura corporal en sus justos límites; por esto, cuando en el ambiente hay una temperatura elevada, el organismo suda profusamente.

Los centros simpáticos, o parasimpáticos, del hipotálamo, cuando reciben sangre fría, o caliente, obran en consecuencia, aumentando o disminuyendo la producción de calor, o, también, impidiendo, o estimulando, la refrigeración del cuerpo.

Para aumentar la producción de calor, estos centros pueden recurrir: a una **vaso-constricción** de las venas, lo que equivale a disminuir la refrigeración, puesto que a la periferia del cuerpo llega menos sangre caliente; a un **aumento del metabolismo**, por liberación de epinefrina; a la producción de escalofríos, o temblores, lo que constituye un ejercicio físico forzoso y a la secreción de **hormona tiroidea**. Por el contrario, la pérdida de calor se facilita: por **vasodilatación**, que provoca la llegada de abundante sangre caliente a los tejidos externos, por estimulación de las **glándulas sudoríparas**; y por **jadeo** (en los animales).

La temperatura normal del cuerpo humano varía algo según el lugar donde se la tome; por ejemplo, en la axila es de 36,7ºC; en la boca, 36,8º, en el recto, 37º; esta última temperatura es la más segura, pues hay menos posibilidad de error al determinarla. En los niños, especialmente en los recién nacidos, la temperatura normal es muy variable, entre otras cosas porque su sistema nervioso y, por tanto, los mecanismos de regulación calórica, no está perfectamente desarrollado; así, por ejemplo, basta a veces un baño frío, o caliente, para que se altere notablemente su temperatura corporal.

La hipertermia (fiebre) por sí sola no suele ser peligrosa hasta los 40° C. El sistema nervioso se daña irreversiblemente (muere) a los 44ºC, pero antes, a los 42ºC, el metabolismo celular es tan intenso que las células empiezan a destruirse por combustión.

EL TÚNEL BAJO EL CANAL

Uniendo las palabras inglesas **channel** (canal) y **tunnel** (túnel) se está popularizando en Europa la denominación **chunnel**, aplicada a la construcción del túnel bajo el Canal de la Mancha, que está pasando ya de proyecto a realidad. Aunque Inglaterra y Francia difieran en lo que respecta al Mercado Común, la vieja idea de unir ambas naciones mediante dicho túnel, está abriéndose camino y comenzando a plasmar. Se ha firmado un acuerdo entre ambos gobiernos. Se descartan las ideas de un puente o combinación de puente y túnel, y se acepta, para la realización inmediata, el proyecto de túnel que costará, aproximadamente, unos cuatrocientos millones de dólares, o sea la mitad del costo del puente. Su construcción durará unos seis años, y permitirá tráfico ferroviario y automotor, con transporte de pasajeros y de carga. Los autos no viajarán por sus propios medios, sino que serán transportados en vagones ferroviarios especialmente construidos, por un sistema parecido al que se usa actualmente en los túneles del Simplón y el San Gotardo, bajo los Alpes. Cada tren podrá llevar unos trescientos automotores.

El parlamento británico se dispone a votar favorablemente el proyecto; el general De Gaulle ya lo ha aprobado. Numerosas entidades financieras, entre ellos varios bancos de los más fuertes de ambos países, están dispuestas para invertir. El clima es totalmente favorable. Para la construcción del **chunnel** se ha formado un consorcio franco-británico-americano, que ha gastado hasta la fecha un millón y medio de dólares en estudios geológicos, económicos y de ingeniería, relacionados con el proyecto. Este consorcio está integrado por la Compañía Financiera del Canal, francesa; la Compañía Francesa del Túnel del Canal; la Compañía británica del Túnel; Technical Studies, estadounidense, y la Federación Internacional de Ferrocarriles.

Se calcula que la carga de mercaderías transportada por el túnel será la mitad de la actualmente transportada por barco, y que para 1980, el transporte de automóviles será de 2.600 vehículos por hora, o sea la cuarta parte de las posibilidades totales del túnel para transporte de automotores. Los trenes podrán hacer el viaje de París a Londres, sin paradas intermedias, en 4 horas y 20 minutos. Las entradas del túnel estarán situadas a poca distancia de Calais (Francia) y Dover (Inglaterra); en comparación con la duración actual del viaje de París a Londres, se ahorrarán unas cuatro horas. Los túneles serán tres (uno ascendente, otro descendente y otro túnel intermedio para atenciones de servicio); cada uno de los túneles principales tendrá un diámetro interior de 6,30 metros y el túnel de servicio medirá aproximadamente la mitad. Los túneles serán excavados en el suelo del fondo del canal, a unos 35 metros del agua. En medio del canal la profundidad es de unos 43 metros. El túnel de servicio servirá para mantenimiento, drenaje y por él pasarán los cables de energía, telégrafo y teléfono. La ventilación estará asegurada por el efecto conjunto de émbolo producido por la masa de aire que empujan los trenes en marcha y el efecto de vacío producido detrás de cada tren; además habrá numerosos y potentes ventiladores que incrementarán la cantidad de aire fresco disponible. En el caso de detención de uno de los trenes, a causa de avería, los pasajeros podrán salir y pasar al túnel central de servicio y auxilio, por túneles transversales de comunicación localizados cada media milla (unos 800 metros). En seguida acudirá el servicio de auxilio mecánico motorizado, para solucionar el desperfecto. El túnel podrá transportar por hora, en caso necesario, hasta 7.200 vehículos en ambas direcciones. Los cálculos y ensayos permiten esperar que bastarán 10 minutos para cargar o descargar 300 automotores, y unos 45 minutos para que cada tren haga la travesía del túnel, de 72 kilómetros de longitud, aproximadamente.

Desde que la ingeniería se ha considerado capacitada para realizar la empresa, se ha venido hablando del túnel bajo el Canal de la Mancha. Los ingenieros Mathieu y Tessler de Mottray propusieron a Napoleón, en 1803, depositar sobre el fondo del canal secciones de tubería de hierro de gran diámetro. En 1860 y 1870 se volvió sobre el tema, e incluso se crearon compañías franco-británicas. Los estudios realizados permitieron determinar que el fondo del canal estaba constituido por una roca caliza, fácil de perforar. Los trabajos comenzaron y ya se había construido más de un kilómetro de túnel, cuando el gobierno británico, por razones principalmente estratégicas, ordenó la detención de los trabajos. Durante la segunda guerra mundial, ingleses y alemanes mantuvieron en ambas orillas del canal servicios de escucha, por si acaso el enemigo intentaba reanudar la perforación con fines de invasión.



CORREO DE LECTORES

Comunique sus dudas u objeciones a **TECNIRAMA,** a la dirección del distribuidor en su país. No olvide indicarnos cuáles son los temas de lectura que prefiere.

MEDIDA ANGLOSAJONA DE VOLUMEN

¿A qué equivale un bushel? — C. S. R.

El bushel es una medida de capacidad, o volumen, que tiene dos valores, como casi todas las medidas de origen anglosajón. Existe el bushel estadounidense y el bushel inglés. Las diferencias entre ambos son exiguas; el primero equivale a 1,2444 pies cúbicos y, en unidades del sistema métrico decimal, a 35,2385 litros. El bushel inglés tiene 1,2843 pies cúbicos, o sea, 36,3677 litros.
Estas medidas son muy utilizadas en Estados Unidos para expresar, por ejemplo, volúmenes de cereales.

SOLUCIONES ANTICONGELANTES PARA MOTORES

Desearía informes para elaborar una solución anticongelante. — F. M. S.

Las soluciones anticongelantes, para el circuito de refrigeración de un motor de explosión, tienen su fundamento en un fenómeno físico que se denomina **descenso crioscópico** del punto de solidificación (en el caso del agua, de congelación). Este fenómeno consiste en el descenso del punto de congelación del agua (que, como usted sabe, es de 0° C, normalmente) cuando se disuelve en ella cualquier sustancia. El descenso es proporcional a la concentración **molal** de la sustancia en el agua (número de moles de la sustancia en 1.000 g. de agua). Así, por ejemplo, al disolver un mol de alcohol etílico (46 g.) en 1.000 g. de agua, la temperatura de congelación baja 1,85° C, es decir, el agua se congela a — 1,85°C. Si se desea que se congele a menor temperatura, bastará añadir más alcohol.
Entonces, en teoría, cualquier sustancia, al disolverse en el agua, puede proporcionar una solución anticongelante. Sin embargo, en la práctica, es muy limitado el número de sustancias adecuadas. En primer lugar, hay que descartar todos los sólidos, pues podrían llegar a cristalizar, o precipitarse en los conductos del radiador, dificultando la circulación del líquido y, por tanto, la refrigeración del motor. Tampoco convienen líquidos corrosivos (ácidos, bases, etc.), que atacarían el circuito. Se pueden descartar también los líquidos inmiscibles con el agua, es decir, los que no se disuelven, así como las sustancias de peso molecular elevado, ya que, como el descenso es proporcional al número de moles y no al número de gramos, para conseguir un descenso crioscópico adecuado (por ejemplo 20°C), se necesitaría una cantidad exagerada de sustancia, que incluso no llegaría a disolverse.
Por las razones anteriores, las sustancias adecuadas se reducen a las tres siguientes: el alcohol etílico, la glicerina y el etilén-glicol, que presentan una serie de ventajas y de inconvenientes. El de menor peso molecular y, por tanto, del que se necesitan cantidades menores, es el alcohol, pero tiene la desventaja de que su punto de ebullición es menor que el del agua (se evapora antes) y al calentarse el agua del radiador se va eliminando paulatinamente en forma de vapor; la solución va perdiendo poco a poco su poder anticongelante, y hay que agregar periódicamente cantidades de alcohol (difíciles de precisar), para restaurarlo.
Las otras dos sustancias, glicerina y etilén-glicol, tienen un punto de ebullición más elevado que el agua, y, por tanto, no se evaporan. La glicerina tiene mayor peso molecular que el glicol, por lo que se necesitan cantidades más elevadas de ella para conseguir el mismo efecto anticongelante. El único inconveniente del etilén-glicol es que tiene un ligero poder oxidante, que puede corregirse agregando productos antioxidantes, previsión que suelen tener en cuenta las casas elaboradoras de anticongelantes, ya que la mayoría de estos productos se producen a base de etilén-glicol. Por lo tanto, con cualquiera de estos productos se puede conseguir una buena solución anticongelante. Con fines de orientación se expone abajo el índice de los descensos que se consiguen con diversas proporciones de los tres productos.

Sustancia	% de alcohol en agua (en peso)	Punto de congelación
Alcohol etílico	11,3	— 5° C
,, ,,	18,8	— 9,4
,, ,,	29,9	— 18,6
Glicerina	20,0	— 4,8
,,	30,0	— 9,5
,,	50,0	— 23,0
Etilén-glicol	12,5	— 3,9
,, ,,	25,0	— 12,2
,, ,,	38,5	— 23,3

Y PARA CONCLUIR...

SUSTANCIAS CON SABOR DULCE

Normalmente, asociamos el sabor dulce con el azúcar (sacarosa). Sin embargo, existen otras sustancias con poder edulcorante mucho más elevado, que se utilizan ampliamente en la industria alimenticia y farmacéutica y en la dietética médica.
Los más conocidos son la sacarina, la sorbita y el ciclamato sódico (sucaryl). La primera y el último, que no son azúcares, son muy indicados como sustitutos de la sacarosa en el régimen de los diabéticos. Todos ellos intervienen, generalmente, como agentes edulcorantes en la composición de bebidas refrescantes, dulces, etc.
La sacarina tiene, por término medio, un poder edulcorante 500 veces superior al de la sacarosa; el ciclamato sódico, 30 veces, y la sorbita, 0,5.
En la tabla siguiente se relacionan una serie de sustancias que proporcionan sabor dulce con diversa potencia:

Sustancia	Poder edulcorante
Sacarosa	1
Perillartina	2.000
Sacarina	500
Hexil-cloromalamina	225
Dulcina	210
p-metilsacarina	200
Cloroformo	40
Ciclamato sódico	30
p-Anisidinurea	18
Fructosa	1,25
Maltosa	0,6
Glucosa	0,55
Sorbita	0,50
Glicerina	0,48
Dulcita	0,41
Lactosa	0,27

FRASE DE LA SEMANA

Dijo Oscar Wilde: "Toda cosa se convierte en un placer cuando se hace a menudo. Éste es uno de los secretos más importantes de la existencia."

PRECIOS DE VENTA (Rigen también para los números atrasados)

ARGENTINA,	Pesos	35.—	ECUADOR,	Sucres	6.—	*HONDURAS,	Lempiras	0,60	PERÚ,	Soles	10.—
*COLOMBIA,	Pesos	3.—	*EL SALVADOR,	Colones	1.—	*MÉXICO,	Pesos	3,50	*PUERTO RICO,	Dólares	0,30
*COSTA RICA,	Colones	2.—	ESPAÑA,	Pesetas	18.—	*NICARAGUA,	Córdobas	2.—	*R. DOMINICANA,	Pesos	0,30
*CHILE,	Escudos	1.—	*GUATEMALA,	Quetzales	0,30	*PANAMÁ,	Balboas	0,30	URUGUAY,	Pesos	4,50
									*VENEZUELA,	Bolívares	1,50

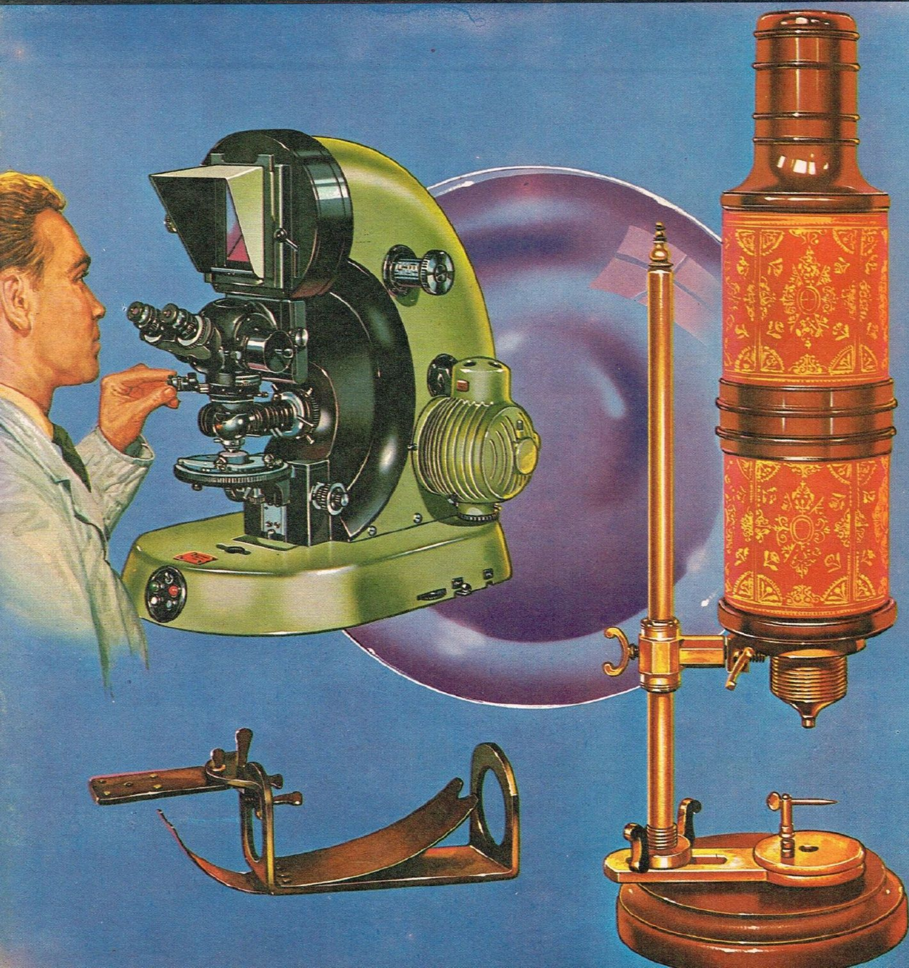
Aparece todas las semanas

* Distribución a partir del 14 de diciembre de 1964

Nº 62

tecnirama

ENCICLOPEDIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA ®



CONSEJO DE ASESORES DE TECNIRAMA

SUPERVISOR CIENTÍFICO DE LA VERSIÓN CASTELLANA:
Jesús MORCILLO RUBIO, doctor en ciencias y catedrático de la Universidad de Madrid.

AUTORES CONSULTADOS SOBRE TEMAS ESPECIALES DE ESTE NÚMERO:
R. W. G. WYCKOFF (National institutes of Health. Bethesda), el desarrollo del microscopio. T. I. STORER (Univ. California), la tela de araña. J. J. TRILLAT (Univ. Sorbona - París), fotografía con rayos X. J. P. HUBBARD (Univ. Pensylvania), preparación de vacunas. Z. KOPAL (Univ. Manchester), el arco iris. J. J. STOKER (Univ. Nueva York), estabilizadores de barcos. C. J. SMITHELLS (British Aluminium Co. Ltd.), el estaño. O. OLDENBERG (Univ. Harvard), el laboratorio Cavendish. R. E. CLARRIDGE (Direc. General Electric.), dilatación lineal. W. N. JONES (McMurry College), agua de cristalización. E. H. COOKE-YARBOROUGH (Harvell. Inglaterra), diodos semiconductores.

TECNIRAMA ®, Enciclopedia de la ciencia y la técnica de hoy, es una obra sistemática que se publica en forma de semanario encuadernable. Una vez eliminadas las cubiertas de los ejemplares, las páginas interiores numeradas forman un curso progresivo. Dichos fascículos se coleccionan cómodamente en prácticas tapas-libro para trece números cada una, que aparecen trimestralmente e incluyen los índices temáticos y alfabéticos completos del tomo.

Publicada en Argentina por
EDITORIAL CODEX S.A.
BOLÍVAR 578 BUENOS AIRES



AÑO II
TOMO V
Nº 62

SUMARIO

Distribuidores, agentes de suscripciones y venta de ediciones anteriores: **ARGENTINA:** Distribuidora Universal S.R.L., Herrera 513, Buenos Aires. **COLOMBIA:** Distribuidora Tequendama S. A., Carrera 13 Nº 18-38, 3er. Piso, Bogotá. **COSTA RICA:** Carlos Valerín Sáenz y Cía., Apartado 1924, San José. **CHILE:** Publichile S. A., Manuel Rodríguez 866, Santiago. **ECUADOR:** Muñoz Hnos., Bvard. 9 de Octubre 732, Guayaquil. **EL SALVADOR:** Librería Hispanoamérica, Emilio J. Simón y Cía., 1ª calle Oriente y 4ª Avenida Norte, San Salvador. **ESPAÑA:** Distribuidora Europea de Publicaciones (DISEUROPA), Córcega 414, Barcelona. **GUATEMALA:** De La Riva Hnos., 9ª Avenida 10-34, Guatemala. **HONDURAS:** Librería Navarro, Calle Real, Comayagüela D.C. **MÉXICO:** Distribuidora Publex S.A. (DISPUBLEX), Dir. responsable: Marcial Frigolet Lerma, Bolívar 154, México, D.F. **NICARAGUA:** Ramiro Ramírez Valdez, Avda. Bolívar Sur 302 A, Managua. **PANAMÁ:** José Menéndez, Apartado 2052, Panamá. **PERÚ:** Distribuidora Limac S. A., Avda. Bolivia 154, Lima. **PUERTO RICO:** Matías Photo Shop, Fortaleza 200, San Juan. **REPÚBLICA DOMINICANA:** Librería Dominicana, Mercedes 49, Santo Domingo. **URUGUAY:** Distribuidora Paysandú S. A., Ing. Luis P. Ponce 1432, Montevideo. **VENEZUELA:** Distribuidora Guaicaipuro C. A., Principal a Santa Capilla 4, Caracas - Distribuidora Continental S. A., Ferrenquín a La Cruz 178, Caracas.

TEMA DE LA CUBIERTA:

DESARROLLO DEL MICROSCOPIO a través de la historia. En el ángulo inferior izquierdo, el microscopio simple de Leeuwenhoek; a la izquierda, un moderno microscopio metalúrgico binocular; a la derecha, un primitivo microscopio compuesto.

Correo Argentino Central B	TARIFA REDUCIDA
	CONCESION Nº 7271

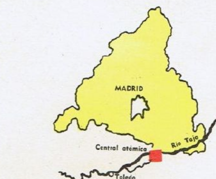
Imprimió Cía. Fabril Financiera Iriarte 2035, Bs. As., Argentina



NOTICIAS DE HOY

Laser en cirugía. — Parece ser que los rayos laser tienen una importante aplicación en la cirugía de los huesos.
En el último simposio sobre dichos rayos, que se ha celebrado en el "Laboratorio Nacional de Física de Gran Bretaña", el Dr. Smart tuvo brillante intervención sobre el tema. Con estos rayos se pueden perforar los huesos del cráneo de una forma delicada; esto es de particular importancia en aquellas intervenciones que se realizan sobre huesos delgados, como los que rodean al ojo, o los de la nariz, que, en algunas ocasiones, se hunden al ser perforados con el instrumental clásico. Además, la perforación que se consigue de forma troncocónica resulta mucho más cómoda para actuar en el campo operatorio.
El Dr. Smart pertenece a la "Compañía Internacional de Investigación y Desarrollo" de Newcastle, y ha trabajado en colaboración con investigadores de la "Royal Victoria Infirmary", también de Newcastle.

Central atómica para España. — La "Unión Eléctrica Madrileña" ha encargado a la firma estadounidense "Westinghouse Electric International Co.", de Nueva York, la primera planta comercial atómica que se levantará en España. Estará situada a orillas del río Tajo, a unos 64 Km. al sudeste de Madrid, y suministrará energía eléctrica a la capital de España y cercanías, hasta un total de 140.000 Kw. Se espera ultimar esta central atómica, la cuarta que se instala en Europa, en 1968.

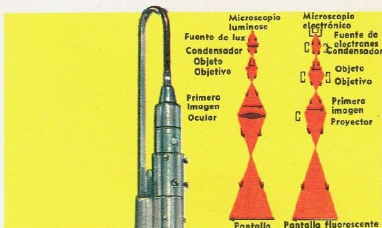




NOTICIAS DE MAÑANA

Terapéutica preventiva de trastornos mentales. — En Massachusetts y Nueva York comienzan a interesarse en la búsqueda de la prevención de trastornos mentales.
Por ahora, las investigaciones se centran en el diagnóstico precoz de una enfermedad que produce retraso mental en los niños. En este sentido, han promulgado leyes para hacer detectar la fenilcetonuria, la cual se produce por un defecto genético y se caracteriza porque a los pacientes de dicha enfermedad les falta una enzima indispensable para poder utilizar la fenilalanina (aminoácido constituyente de todos los alimentos proteínicos). La fenilalanina no metabolizada se va acumulando en el cerebro, y lo daña irreparablemente. Bastan 30 días después del nacimiento de un niño con el defecto enzimático aludido, para que se produzca este trastorno.
Se tiene previsto que a todos los niños recién nacidos del Estado de Nueva York se les haga el análisis de sangre oportuno, a partir de 1965. El Estado de Massachusetts tiene en vigor esta ley sanitaria desde 1963.
El análisis consiste en la siguiente prueba: una muestra de sangre seca se coloca en un medio de cultivo de agar, que contiene un antagonista de fenilalanina y esporas del **Bacillus subtilis.** Normalmente, el antagonista inhibe el crecimiento del bacilo, el cual, en presencia de sangre de niño con fenilcetonuria, forma la colonia de bacilos en una sola noche, debido a la fenilalanina que contiene.
Se estima que en los Estados Unidos nacen unos 400 niños al año con el defecto genético que produce la fenilcetonuria. El interés de estos dos estados de la Unión es la primera muestra oficial de una preocupación general de todos los países del mundo, que van tomando las medidas oportunas para combatir los tres tipos de trastornos patológicos principales: los mentales, los cardíacos y el cáncer.

DESARROLLO DEL MICROSCOPIO





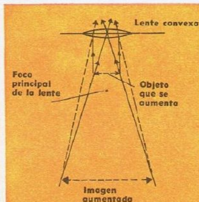
Microscopio electrónico en funcionamiento.

El microscopio comenzó a utilizarse hace mucho tiempo, cuando se descubrió la lente de aumento simple. Los griegos y los romanos advirtieron que los objetos parecían mayores cuando se veían a través de pequeñas esferas de vidrio llenas de agua. Pero consideraron esto como una mera curiosidad. Se conservan pocos datos históricos sobre el tema, anteriores a los que se encuentran en los escritos de los monjes medievales; éstos utilizaban gruesas lentes de vidrio, que colocaban sobre sus trabajos para aumentar el tamaño de las inscripciones que hacían.

Los cristales de aumento son *lentes convexas* (más gruesas por el centro que por los bordes). Los rayos de luz paralelos que pasan a través de ellas convergen en un punto que se denomina *foco principal*. El objeto que se desea ver aumentado se coloca entre el foco principal y la lente. La luz procedente del objeto llega al ojo del observador de tal forma que parece que el objeto se ha hecho mayor y está más lejos. La imagen obtenida así es *virtual*. Los rayos de luz no pasan, realmente, a través de ella, pero parece como si lo hicieran. El *microscopio simple* se compone de una lente de este tipo, montada sobre una pieza que puede subirse o bajarse, y una especie de plataforma sobre la que se coloca el objeto. Los primeros microscopios simples no eran muy eficaces, ya que sus lentes tenían una forma bastante imperfecta El *microscopio compuesto* hizo su aparición a principios del si-

Microscopio simple de Leeuwenhoek.

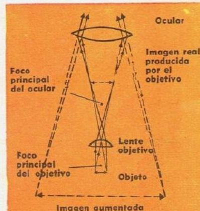




Microscopio simple. La lente objetivo produce una imagen virtual aumentada.

Microscopio compuesto de Culpeper.





Microscopio compuesto. El ocular aumenta la imagen producida por el objetivo.



Microscopio de luz ultravioleta con cámara de televisión.

glo XVII. No se sabe con exactitud quién fue su inventor; algunos lo atribuyen a Zacarías Jansen, un holandés fabricante de anteojos, pero parece más probable que lo fuera Galileo, ya que se tiene la certeza de que utilizó un microscopio compuesto, en 1610.

En el microscopio compuesto, hay un *ocular*, además de la *lente objetivo*, para lograr mayor aumento. El objeto se coloca justamente detrás del foco principal de la lente objetivo, de tal manera que se forma una imagen *real*. A continuación, la imagen es aumentada por el ocular. La imagen final es invertida. Leeuwenhoek obtuvo mejores resultados con su microscopio simple (véase la ilustración); con gran paciencia, esmeriló y pulió cuentas de vidrio, sujetando una de ellas en una montura rígida a la que iba unida una brocheta o lanza, sobre la que esparcía el objeto. Con su dispositivo, pudo observar los movimientos de las bacterias de un poco de sarro que raspó de sus dientes.

Durante 100 años, el cuerpo principal de los instrumentos se hizo de cartulina forrada de cuero. En 1742 se fabricó, por primera vez, un microscopio de bronce, con un espejo cóncavo que servía para iluminar el objeto.

La *aberración cromática* constituía un gran inconveniente. Aunque el microscopio compuesto, que se inventó en aquel tiempo, permitía conseguir grandes aumentos, las imágenes obtenidas por el sistema de lentes eran defectuosas. En vez de ser imágenes nítidas presentaban irisaciones en sus bordes, debidas a que las lentes descomponían la luz blanca en sus componentes coloreados y cada color se enfocaba en un punto distinto. En 1830, Joseph Jackson Lister obtuvo un buen éxito al sustituir una lente por dos, de tal forma que la segunda lente contrarrestaba el efecto desdoblador de la primera. Ésta fue la primera *lente acromática* convincente. Los modernos sistemas de lentes tienen, con frecuencia, hasta 10 lentes en el objetivo; se fabrican con cristales característicos especiales, combinados acromáticamente y pulidos en forma particular, para eliminar la aberración esférica (motivada por los rayos centrales que se enfocan en sitios distintos de los rayos exteriores). La aberración cromática se puede evitar también utilizando luz de un solo color. Por ejemplo, iluminando el objeto con la luz amarilla de una lámpara de sodio.

Durante mucho tiempo se creyó que era posible mejorar el diseño del microscopio y la calidad de las lentes para conseguir cada vez mayores aumentos. Sin embargo, como consecuencia del trabajo de Huyghens y otros, se demostró que la luz es una clase de movimiento ondulatorio.

A causa de esto, la posibilidad de que un instrumento pudiera conseguir imágenes muy aumentadas, con finos detalles, estaba limitada por la longitud de onda de la luz. Si ésta era grande en comparación con los detalles del objeto que se deseaba aumentar, las ondas luminosas "envolverían" los detalles de manera análoga a como las ondas del océano rodean las rocas de una playa. Si dos puntos están demasiado cercanos, las ondas de la luz visible son excesivamente grandes para distinguirlas como puntos diferentes. En consecuencia, aparecen como una única mancha.

La causa de tal hecho es la limitación del *poder separador* o *resolutivo* de los instrumentos ópticos. El poder separador de un aparato óptico es su capacidad de captar como imágenes distintas dos objetos que se encuentran muy próximos. A menor longitud de onda de la radiación utilizada, mayor es el poder separador.

Es inútil conseguir mayor aumento, a menos que, como resultado de lo anterior, se observe mayor detalle en la imagen. Mayor aumento no significa necesariamente mejor poder separador. Éste se obtiene utilizando lentes de gran diámetro y radiación de pequeña longitud de onda.

A finales del siglo XVIII, el diseño de los microscopios había avanzado tanto, que casi se alcanzaron los límites teóricos del poder separador utilizando luz visible.

Sin embargo, se han hecho otros inventos desde entonces. Por ejemplo, en la mayoría de los microscopios la imagen sólo se puede ver con un ojo. Ello está bien para períodos cortos de tiempo, pero es incómodo cuando el microscopio se utiliza constantemente. Ahora existen microscopios *binoculares*, en los que el camino de la luz está dividido de tal forma que la imagen se puede ver con los dos ojos. Otros microscopios proyectan la imagen sobre una pantalla, para que se pueda ver más fácilmente. En la práctica, los microscopios luminosos son idóneos para la mayoría de los fines, aunque no cuando se quieren observar pequeños detalles.

Se pueden lograr mejores resultados en el poder separador, utilizando radiaciones de menor longitud de onda, como en el moderno *microscopio de luz ultravioleta*. Como su nombre indica, este instrumento utiliza luz ultravioleta (que es similar a la luz visible, pero de menor longitud de onda). El cristal de las lentes utilizadas con luz visible no es el adecuado para la luz ultravioleta, que no pasaría por ellas. Se las reemplaza por lentes de cristal de cuarzo. Como la luz ultravioleta es invisible, se utilizan dispositivos especiales para hacer la imagen visible. La imagen se enfoca sobre una pantalla fluorescente, que reluce cuando recibe la radiación. El microscopio de luz ultravioleta supuso un gran adelanto sobre los anteriores, pero ha sido mejorado por el *microscopio electrónico*, que es el instrumento más moderno y avanzado, y de mayor poder separador, actualmente en uso. El obstáculo, en este caso, radica en que, aunque en principio es un instrumento muy simple, en la práctica constituye un equipo extremadamente complicado, lo que hace que su precio sea muy elevado. Los microscopios comunes tienen un precio más económico.

Fue posible realizar el microscopio electrónico luego de la invención del tubo de rayos catódicos, a principios del siglo XX. El tubo de rayos catódicos es un tubo revestido con material fluorescente en uno de sus extremos, que constituye la pantalla. En el otro extremo, se encuentra el *cátodo*, al que se calienta para que libere electrones. Frente al cátodo se encuentra el *ánodo*.

Los electrones surgen del cátodo por la diferencia de potencial entre él y el ánodo. Se aceleran en el espacio entre cátodo y ánodo, y pasan a través de un orificio del ánodo para incidir sobre la pantalla. Un objeto colocado a su paso motiva una sombra sobre la pantalla.

Estos electrones se comportan como si constituyesen un tipo de radiación de longitud de onda muy pequeña y, en consecuencia, se pueden utilizar para obtener grandes aumentos (es decir, con gran poder separador).

El sistema de lentes es parecido al que se utiliza en el microscopio compuesto de luz visible. Los electrones pueden ser desviados de su camino por campos magnéticos. Lentes magnéticas circulares se utilizan para enfocar los haces de electrones, de la misma forma que se emplean las lentes de cristal para enfocar los rayos de luz. Las muestras utilizadas se colocan sobre láminas muy delgadas. Las partes opacas de la muestra proyectan sombra sobre la pantalla o sobre una película fotográfica, con lo que se obtiene la denominada *micrografía electrónica*. Muchos microscopios electrónicos aumentan los objetos más de 200.000 veces.

Es posible mejorar el poder separador o resolutivo del microscopio electrónico, utilizando electrones de movimiento más rápido y longitud de onda más pequeña. El perfeccionamiento del microscopio electrónico constituye aún materia de investigación.

La mayoría de los microscopios luminosos y electrónicos hace pasar un haz de la radiación a través de un objeto, con lo que se puede observar su sombra. En un nuevo tipo de microscopio, el *microscopio de emisión de campo*, se hace emitir al objeto su propia radiación: el objeto emite un flujo de electrones, que surgen de él, al aplicar un campo eléctrico muy elevado; tales electrones dan lugar a su imagen. Con esta técnica se pueden observar muchos más detalles. De hecho, se ha conseguido fotografiar grandes moléculas.

LA TELA DE ARAÑA


Una araña de jardín, en su telaraña.

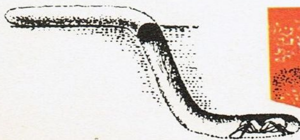
Una de las características más importantes de las arañas es su capacidad de producir filamentos sedosos. Segregan la seda por unas glándulas que tienen en el abdomen y la sacan al exterior por las hileras que poseen en el extremo posterior del cuerpo. La seda es líquida; pero cuando se pone en contacto con el aire se endurece, convirtiéndose en los típicos filamentos que todos conocemos. La seda de la araña es tan buena como la del gusano de seda (y a veces, incluso, mejor), pero no se dispone de ningún método eficaz para elaborarla.

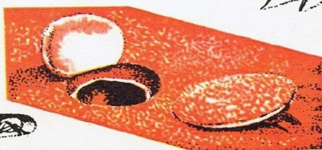
La araña utiliza generalmente la seda para formar su tela, trampa mortal para los insectos de que se alimenta. Sin embargo, la seda también le sirve para otros fines, ya que no todas las arañas preparan trampas. Muchas arañas cazadoras y tarántulas no tienen madriguera permanente; vagan de un lado para otro, buscando sus presas en lugar de esperarlas. Sin embargo, a veces se construyen toscas guaridas sedosas. Las arañas-cangrejo (así denominadas por sus patas curvas) no fabrican telarañas; se esconden (por ejemplo, en las flores) y apresan a los insectos desprevenidos. Todas las arañas depositan sus huevos en el interior de capullos de seda. Los capullos amarillos de la araña de jardín se encuentran corrientemente, en otoño, por los alrededores de las casas. La hembra de la araña porta sus capullos de huevos fijados alrededor de sus hileras. Después de nacer, las arañas viven, durante mucho tiempo, de la yema almacenada en sus cuerpos. Luego se separan y empiezan a defenderse por sí mismas. Muchas recorren grandes distancias, suspendidas en el aire por un filamento sedoso ("baba del diablo"). De las arañas que construyen trampas, las más conocidas son las de la familia *argiopidas,* cuyas telarañas delicadas cuelgan de las ventanas, setos y otros lugares adecuados. La araña de jardín es un ejemplar característico de ella.

Para empezar su tela la araña deja flotar libremente un filamento, hasta que alcanza algún objeto en donde se fija. Una vez conseguido esto, realiza el resto de la trama. La forma de ésta depende de la disponibilidad de los soportes; los filamentos diagonales señalan el centro de donde surgen los rayos (o radios). Una pequeña espiral, en el centro, refuerza la estructura. Antes de producir las verdaderas espirales de la tela, la araña forma una espiral provisional, dirigida hacia afuera, que utiliza como guía para elaborar otra más viscosa, desde fuera hacia dentro. Los filamentos pegajosos que atrapan a los insectos son producidos por unas glándulas distintas de las que elaboran los filamentos secos de la trama y los rayos.

Cuando termina de hacer su tela, la araña se queda en el centro de la misma o se cobija en los bordes de las hojas. Sin embargo, mantiene el contacto con la tela por medio de un filamento, y percibe rápidamente las vibraciones que originan los insectos al ser atrapados. En tales casos, la araña se abalanza sobre su presa y, utilizando hábilmente sus patas, la envuelve con seda fresca, mordiéndola una o dos veces. La araña no queda pegada sobre la tela porque dispone en sus patas de una ligera película de aceite; el primero en observar esto fue el naturalista francés Fabre. Si la araña está hambrienta, trasporta a la víctima a su escondrijo; si no, la deja durante algún tiempo sobre la tela. Rara vez reparan las telarañas dañadas. Casi diariamente elaboran otras nuevas.

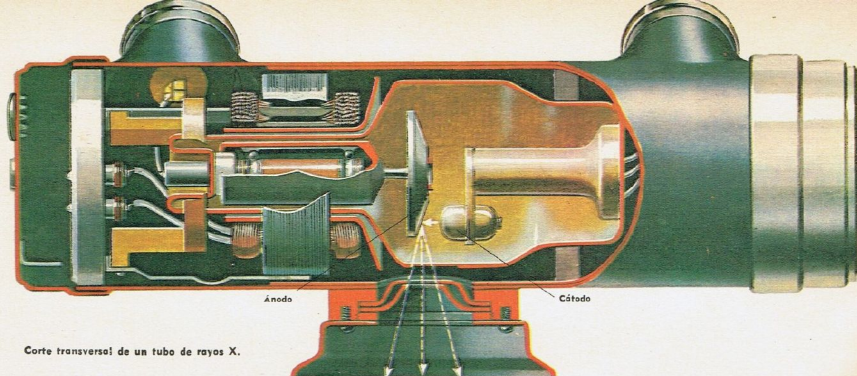
La picadura de la araña es fatal para su presa, pero son escasas las que pueden perforar la piel humana, y menos las que disponen de un veneno peligroso.


La araña "atypus" vive en un tubo sedoso, parcialmente enterrado.


Las arañas "con puerta de trampa" construyen tubos de seda, que tienen una tapadera con una especie de bisagra.


Una araña tarántula y su capullo de huevos.


Trampa de una araña casera.



Corte transversal de un tubo de rayos X.

FOTOGRAFÍA CON RAYOS X

El vidrio es una sustancia que permite ver a través de ella porque deja pasar la luz. Sin embargo, la mayoría de las sustancias sólidas son opacas a la luz visible. La sombra que se produce detrás de un objeto sólido demuestra que la luz que está en línea directa con ella ha sido absorbida por aquél.

Los rayos X son un tipo invisible de radiación electromagnética, similar en algunas particularidades a la luz visible, pero cuya longitud de onda es unas 1.000 veces menor. Son mucho más poderosos y penetrantes que la luz visible, y por ello pueden atravesar objetos opacos a otros rayos. Los rayos X pueden penetrar ciertas sustancias con mayor facilidad que otras. Por ejemplo, cuando pasan por el cuerpo humano atraviesan la carne más fácilmente que el hueso. La parte del haz de rayos X que pasa a través del hueso pierde mucha más energía que la que atraviesa la carne. Los huesos arrojarán sombras densas y el resto del cuerpo sólo sombras tenues.

Las fotografías con rayos X son fotografías de sombras. El objeto que debe ser fotografiado se coloca entre la fuente de rayos X *(un tubo de rayos X)* y la parte de la "cámara" que recoge estos rayos invisibles (con sus sombras), y los trasforma en una imagen visible. Esta parte puede ser simplemente un tipo especial de película fotográfica que se oscurece cuando se expone a los rayos X, de forma análoga a lo que sucede con las películas ordinarias cuando se iluminan con luz visible.

Todas las clases de radiaciones electromagnéticas resultan de cambios que suceden en el interior de los átomos o de las moléculas. Un átomo se compone de un núcleo pesado, al que rodea una "nube" de ligeros electrones cargados negativamente. Por lo general, cada electrón permanece en una "órbita" a cierta distancia del núcleo. Pero cuando se excita un átomo, por ejemplo, bombardeándolo con una partícula a gran velocidad, a uno de sus electrones se le puede proporcionar una energía extra y con ello alejarlo del núcleo. El electrón excitado es inestable, emitiendo la energía extra que le ha proporcionado la partícula en forma de radiación electromagnética.

Los rayos X resultan de los cambios más violentos verificados en la nube electrónica; afectan a los electrones internos y más fuertemente ligados. Se producen, corrientemente, bombardeando un sólido pesado con un intenso rayo de electrones que se desplazan a gran velocidad. El rayo electrónico se obtiene, como en el tubo de rayos catódicos, calentando un filamento de metal, el *cátodo*. Los electrones son lanzados de su superficie y, a continuación, acelerados (por una diferencia de potencia eléctrica o voltaje) hacia el otro electrodo, un *ánodo* de tungsteno.

La diferencia de potencial entre el cátodo y el ánodo de un tubo de rayos catódicos puede ser relativamente baja: 1.000 o 2.000 voltios. Sin embargo, los tubos de rayos X operan normalmente a voltajes de 10.000 a 400.000 voltios. A una más alta diferencia de potencial corresponde una mayor energía de los electrones del rayo.

Este estrecho e intenso rayo de electrones se enfoca sobre una pequeña área del ánodo, llamada *blanco*. Como cada electrón transporta una gran cantidad de energía, puede penetrar profundamente en la nube electrónica de los átomos del blanco. Uno de los electrones más internos puede ser lanzado fuera de su órbita. Un electrón externo puede caer para ocupar su lugar, y el átomo se estabiliza a sí mismo emitiendo un rayo X.

Al blanco del ánodo se lo conforma de manera que todos los rayos X puedan salir como un haz, a través de una ventana que tiene el tubo de rayos X. Así se propagan en línea recta y encuentran el objeto a fotografiar.

Existen modos diversos de hacer visibles los *invisibles* rayos X que salen del lado posterior del objeto. Por lo regular, el haz es "fotografiado" directamente mediante una película especial para rayos X. Sin embargo, este método exige cierto tiempo para revelar y preparar la película. Por otra parte, los rayos X se pueden observar directamente transformándolos por fluorescencia en rayos de luz visible. Para realizar esto, el filme fotográfico se reemplaza por una pantalla fluorescente. Los rayos X golpean la pantalla, excitan los átomos fluorescentes que forman su cubierta y los fuerzan a emitir una radiación de mayor longitud de onda,

que no es otra cosa que luz visible. La intensidad de la luz fluorescente de cualquier punto de la pantalla depende de la intensidad del rayo X que incide sobre él. De este modo, la parte del haz que atravesó aquellas zonas del objeto transparentes a los rayos X, aparece iluminada sobre la pantalla fluorescente, mientras que la que fue absorbida arroja sombras oscuras.

Con estos medios se puede observar permanentemente un objeto de una habitación oscura. Un médico puede examinar de manera directa el funcionamiento del organismo de su paciente. Se puede registrar cuanto vaya apareciendo en la pantalla fluorescente filmando el proceso.

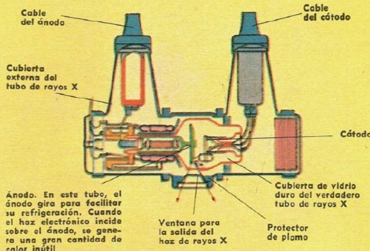
La luz visible puede ser reflejada mediante espejos, refractada con lentes e incluso aumentada, para que muestre los más pequeños detalles, o reducida como mejor convenga a la conservación de las películas.

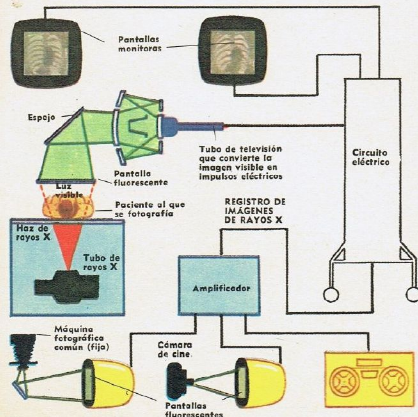
Los rayos X utilizados para fotografiar diversas partes del cuerpo humano se denominan normalmente rayos X "blandos" o rayos X de onda larga. La longitud de onda de los rayos está determinada por su contenido energético. Tal energía depende inicialmente de la adquirida por cada electrón individual en el tubo de rayos X, lo que a su vez depende de la diferencia de potencial entre el cátodo y el ánodo. Para producir rayos X "duros" (es decir, más energéticos y de menor longitud de onda), la diferencia de voltaje debe ser mucho mayor, de varios cientos de millones de voltios. Sin embargo, los rayos X duros son demasiado peligrosos para utilizarlos ampliamente sobre organismos vivos.

Los rayos X deben ser cuidadosamente usados, y los radiólogos llevan consigo instrumentos que registran la cantidad de radiación que reciben. También se ha de controlar cuidadosamente la intensidad de la radiación que se administre a los pacientes, en especial cuando han de ser observados frecuentemente. La intensidad se controla incrementando o disminuyendo el número de electrones que inciden sobre el blanco del tubo de rayos X. A mayor número de electrones sobre el blanco, más átomos se excitan, emitiéndose mayor cantidad de rayos X.

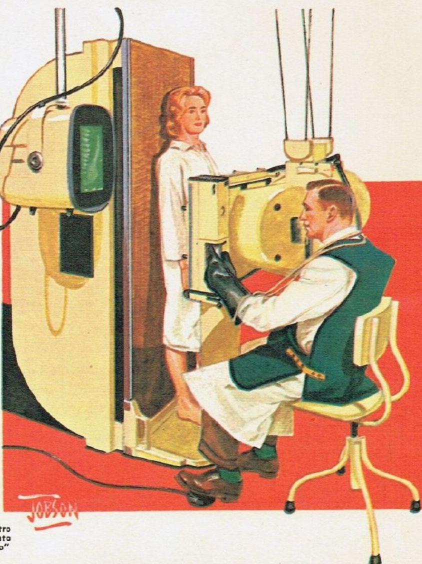
El grado de iluminación de la pantalla que recibe los rayos X depende también de la intensidad de los mismos.

Si sólo se necesita una fotografía, la intensidad de los rayos puede ser baja, ya que es posible exponer la película durante un tiempo relativamente largo. Pero si el objeto se mueve (por ejemplo, el corazón o los pulmones) o si la fotografía constituye una parte de una película cinematográfica, cada exposición deberá durar poco, por lo que será necesario utilizar un rayo de mayor intensidad para obtener una película suficientemente iluminada. Queda otra alternativa mejor para el paciente, y consiste en intensificar el rayo, una vez que ha pasado a su través. A estos fines se han diseñado algunos circuitos electrónicos, así como para transformar los rayos X en imágenes de televisión e incrementar la versatilidad de la fotografía con otra clase de rayos.





Cómo se toma una fotografía con rayos X. El radiólogo viste una chaqueta protectora.



PREPARACIÓN DE VACUNAS

El cuerpo humano posee mecanismos adecuados para repeler y suprimir los gérmenes nocivos y neutralizar las sustancias venenosas *(toxinas)* que producen. Sin embargo, el hombre no es inmune a la totalidad de las enfermedades infecciosas, aunque en caso de ser atacado por ellas, y si las vence, puede resultar inmunizado para posteriores ataques, debido a la producción por su organismo de *anticuerpos* en respuesta al ataque anterior. Estas sustancias sólo permanecen en la sangre poco tiempo, pero la capacidad del cuerpo para producir rápidamente los anticuerpos necesarios habrá aumentado bastante.

La inmunidad se puede también adquirir artificialmente por *inoculación* o *vacunación*. Esto implica introducir en el cuerpo una benigna dosis de la enfermedad, para que se produzcan los anticuerpos. La sustancia que así actúa se denomina *vacuna*. Se prepara normalmente con los microorganismos atenuados o muertos, productores de la enfermedad, o a partir de las toxinas que ellos liberan. Igualmente se pueden utilizar microorganismos inocuos que producen toxinas similares.

La elaboración de una vacuna es un proceso muy complicado, gran parte del cual se dedica a asegurar que cada lote de vacunas sea digno de confianza; a este respecto se realizan las más severas pruebas. En esencia, el proceso implica el cultivo (crecimiento) de las bacterias o virus respectivos en un medio especial, o *medio de cultivo*.

Los virus sólo se pueden cultivar en medios vivos, ya que únicamente crecen y se reproducen en células vivas. Los huevos de gallina constituyen el medio ideal para el cultivo de los virus; el virus que produce la peste aviaria se cosecha en dicho ambiente. Los virus que producen la poliomielitis se cultivan en medios preparados con tejidos de riñón de mono. Las bacterias crecen en medios no vivos, normalmente en caldos contenidos en grandes recipientes de fermentación.

VACUNA INYECTABLE CONTRA LA POLIOMIELITIS

Las vacunas inyectables contra la poliomielitis están basadas en la del doctor Jonas Salk. Como los diversos virus requieren células peculiares donde poder crecer, es muy importante seleccionar los tejidos adecuados para preparación de medios de cultivo. Los virus de la poliomielitis crecen muy bien en tejidos de riñón de mono sano. Los cultivos se mantienen a una temperatura de 37°C, durante 7 días, en un medio especial conveniente para conseguir un buen crecimiento celular. Cuando la capa de células cubre la superficie interna del recipiente de cultivo, se descarga el fluido sobrante y se sustituye con un líquido nuevo que contiene una pequeña cantidad de virus vivos.

Los cultivos se vuelven a incubar durante 3 ó 4 días, en cuyo tiempo los virus se introducen en las células, crecen rápidamente en su interior y por último las destruyen. Finalmente se cosecha el virus del medio fluido, en donde se ha multiplicado varios miles de veces. Este virus fluido será la base de la vacuna. El medio contiene cantidades muy pequeñas de antibióticos para prevenir el crecimiento de bacterias y hongos extraños. Una vez que el virus ha experimentado una serie de pruebas rigurosas está en condiciones para su manipulación posterior. Se filtra, para eliminar restos celulares y virus agrupados; los filtros son extremadamente fi-



Paso final en la producción de la vacuna cuatrivalente ("Quadrilin"), protectora contra la poliomielitis, la tos ferina, el tétano y la difteria.

Dos investigadoras cosechan virus, extrayendo líquido de un cierto número de huevos. La inoculación de virus a huevos de gallina fecundados es una de las primeras etapas en la producción de la vacuna contra la peste aviaria.

nos y sólo permiten el paso de virus individuales. Tal medida es muy importante, pues la etapa siguiente será la adición del agente esterilizador (formalina) que ha de matar todas las partículas viriásicas, a fin de que la vacuna quede libre de virus infecciosos.

A continuación se sacan muchas muestras del producto, para realizar ensayos de seguridad en cultivos celulares de riñón de mono, con objeto de comprobar que no quedan virus vivos en la vacuna. Si los hubiera, destruirían la capa celular, por lo cual serían descubiertos. Interesa indicar que por cada lote de producto llegan a realizarse hasta 1.000 pruebas de cultivo, trabajo de casi seis meses de duración.

La poliomielitis es producida por tres virus distintos. Por consiguiente, para que la vacuna sea capaz de proteger totalmente contra la enfermedad, se necesita que contenga los tres tipos de virus. Cada tipo se cultiva y manipula por separado. Una vez que los lotes han superado satisfactoriamente sus pruebas de seguridad (cultivo de tejidos), se los combina para formar una vacuna trivalente. Las pruebas de seguridad se repiten con la vacuna final, que luego se inocula a monos muy sensibles a la poliomielitis, y a los que se administra cortisona para incrementar dicha sensibilidad. Los animales son mantenidos 18 días en observación para comprobar su estado de salud.

Durante las últimas etapas de producción se toman las más rigurosas precauciones. Sólo es manipulada la vacuna por operarios vestidos con guardapolvos y máscara. Cuando los lotes llegan a la unidad respectiva, son trasferidos asépticamente, a través de una ventana especial, a recipientes similares, eliminando así la posibilidad de contaminación al ser introducidos en la cámara de mezcla. La entrada y salida de esta cámara se realiza a través de una ducha.

En esta etapa es cuando se sacan las muestras para realizar las pruebas de eficiencia por cultivo en tejidos.

Los lotes de vacuna con una sola cepa u origen son trasferidos, en volúmenes iguales, a recipientes de acero inoxidable de 450 litros de capacidad. Estos envases se agitan por rotación durante dos horas, para conseguir una completa homogenización. La vacuna final tiene normalmente color ambarino y se administra por vía parenteral (inyección intramuscular).

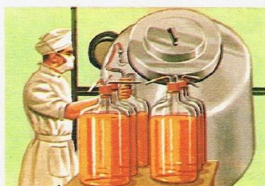
VACUNA ORAL CONTRA LA POLIOMIELITIS

En los últimos años ha adquirido enorme importancia la vacuna contra la poliomielitis por vía oral.

Esta vacuna ha sido descubierta por el doctor Sabin, notable investigador de la Universidad de Baltimore, y con ella



Un técnico "alimenta" los cultivos de tejidos con medio nutriente fresco, lo que constituye parte de las pruebas de seguridad a que se somete la vacuna contra la poliomielitis (Polivirin).



Última etapa en la fabricación de la vacuna contra la poliomielitis. Los lotes de vacuna (que contienen cada uno un tipo diferente de virus) se mezclan en estos recipientes de acero.

se espera eliminar por completo del mundo la poliomielitis.

La enfermedad de la poliomielitis tiene, hablando en términos generales, dos facetas: la enfermedad propiamente dicha, que no es otra cosa que una infección viriásica intestinal, y sus consecuencias en el sistema muscular (parálisis) por haber sido afectada la inervación que lo gobierna.

Con la vacuna Salk de virus muertos no se elimina la posibilidad de que el individuo padezca la infección intestinal, que suele ir acompañada de fiebres de diversa trascendencia, aunque sí la parálisis consecutiva. En otras palabras, el enfermo soporta la poliomielitis, pero no queda paralítico. El único inconveniente, aunque grave, de este hecho radica en que el individuo sigue siendo un trasmisor potencial de la enfermedad a través de sus deyecciones, pues, como se ha dicho, el virus patógeno puede proliferar en su intestino.

de despreciar, basado en la posibilidad de que los virus atenuados puedan reactivarse y volverse patógenos, con lo que el efecto de la vacunación sería contraproducente, es decir, difundirían una epidemia. En realidad, dicha posibilidad es muy remota, y lo prueba el hecho de que, después de haber sido vacunadas unos 400 millones de personas, hasta ahora no haya sido descrito ningún caso de accidente. No obstante, ya que existe la posibilidad, no dejan de tomarse las pertinentes precauciones. Esta posibilidad de reactivación pudiera, quizá, tener lugar, en tal caso, al cabo de varios ciclos del virus, es decir, cuando el germen original se ha multiplicado durante varias generaciones en diversos medios o individuos.

Así que lo que se hace cuando se inicia la administración de esta vacuna en un país, es verificar una vacunación masiva y simultánea de toda la población susceptible (los niños principalmente).

VACUNAS COMBINADAS

Todos los niños deberían ser vacunados contra la difteria, la tos ferina, el tétano y la poliomielitis. Cuando las vacunas contra cada una de estas enfermedades se administran por separado, son necesarias ocho inyecciones. Para ahorrar tiempo al médico y a los padres, así como para evitar tantos pinchazos al niño, los investigadores han conseguido preparar las 4 vacunas en una. Dicha vacuna combinada protege contra las cuatro enfermedades.

El número de inyecciones se reduce a cinco: tres durante el primer año de vida del niño (a los 3, 4 y 5 meses), y otras dos dosis complementarias (a los 15 meses y al ingresar en la escuela).

La vacuna combinada otorga la misma protección contra la difteria, la tos ferina y el tétano, que la que se obtendría con la administración de dosis equivalentes de cada vacuna por separado.

Sin embargo, para asegurar que la potencia del componente de la poliomielitis es la adecuada, su concentración debe incrementarse diez veces.

Esto es así, porque la vacuna combinada puede administrarse a los niños desde los tres meses, y a esta edad los anticuerpos recibidos de la madre se interfieren con la adquisición de la inmunidad derivada de la vacuna poliomielítica a concentración normal. No obstante, se ha demostrado que el componente de la poliomielitis de la vacuna combinada proporciona mayor protección que la vacuna ordinaria.

La vacuna Sabin utiliza virus vivos, aunque atenuados, es decir, modificados lo suficientemente para que, sin dejar de ser activos, pierdan su patogenia.

Estos virus atenuados se administran por vía oral y, por tanto, llegan al tracto intestinal, donde se implantan y proliferan desarrollando la inmunidad en el intestino. En tales condiciones, el individuo vacunado queda inmune a la infección intestinal, lo que quiere decir también que una epidemia no puede progresar a través de él, pues el virus patógeno no es capaz de implantarse en su intestino.

Este hecho reviste enorme trascendencia, pues permite cortar la cadena de trasmisión epidémica y, en consecuencia, eliminar esta plaga de la humanidad.

Se han producido grandes polémicas sobre la conveniencia de una y otra vacuna, la del doctor Salk y la del doctor Sabin; controversias enconadas, generalmente, por intereses financieros. Entre los argumentos esgrimidos contra la vacuna Sabin, hay uno imposible

Con ello se evitan los ciclos posteriores del virus y su problemática reactivación, puesto que han desaparecido los individuos o medios donde pueda proliferar (se han inmunizado). A los niños que nazcan se les puede administrar con toda tranquilidad la vacuna de virus vivos atenuados, ya que los virus no tendrán posibilidad de reactivarse en ningún otro portador.

Es conveniente advertir, por otra parte, que entre la vacuna Salk y la Sabin no existe incompatibilidad alguna y pueden administrarse ambas al mismo individuo; es más, en algunos casos resulta conveniente hacerlo, dado que se complementan mutuamente.

La preparación de la vacuna Sabin es bastante parecida a la de Salk en su primera fase, es decir, en el cultivo y obtención de los virus. En la Sabin, el proceso de inactivación de los virus se ha sustituido, como ya se explicó, por otro de atenuación. Ambas poseen también los tres tipos (I, II y III) de virus productores de la enfermedad, aunque el más importante de ellos es el I, puesto que es el responsable del 90 %, aproximadamente, de los casos de poliomielitis. Una ventaja, también importante, de la vacuna Sabin sobre la Salk es su facilidad y comodidad de administración.

VACUNA DE LA PESTE AVIAR

La peste aviar es una enfermedad altamente infecciosa que afecta a toda clase de gallináceas. Y desde la segunda guerra mundial, sobre todo, ella ha sido responsable de grandes pérdidas económicas sufridas por la industria avícola del mundo entero. La práctica aconseja que donde aparezca la epidemia lo adecuado es matar las aves.

De hecho, la causa de que se extendiera la enfermedad tan rápidamente se debe al gran desarrollo de la industria de pollos para asar, y la enorme mortandad de aves que la epidemia ocasionó tuvo tal trascendencia económica, que se hizo imperiosa la necesidad de disponer de una vacuna para contrarrestarla. Objetivo probablemente cubierto en la actualidad con la producción de una vacuna de virus muertos, ya que su inoculación proporciona una prolongada inmunidad.

El virus —una cepa de la enfermedad de Newcastle— se inyecta en el interior de huevos de gallina fecundados, y éstos se incuban durante cierto tiempo para que se multipliquen los virus.

Se cosechan los virus extrayendo el fluido del interior de los huevos, a continuación se inactivan y por último se almacenan a una temperatura de 4°C, mientras que muestras de la vacuna se someten a pruebas rigurosas para comprobar que es digna de confianza y lo suficientemente potente. Pasados los ensayos, se agrega a los recipientes que contienen la vacuna hidróxido de aluminio, para incrementar su potencia ulterior. Se añade un agente "tope" para estabilizarla y luego un conservador.

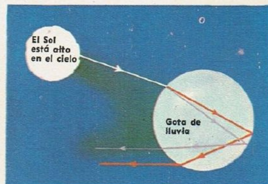
Se verifican extensas pruebas con la vacuna sobre embriones en crecimiento (que aún permanecen en el interior del huevo) y con pollos jóvenes.

Si se almacena en las debidas condiciones de frío (es decir, a temperatura entre 2°C y 10°C), no perderá su potencia durante un año. A temperaturas superiores no es estable tanto tiempo (por ejemplo, a 37°C pierde su actividad en siete días).

El diseño y producción de un nuevo tipo de jeringa, de forma parecida a la de una pistola y que puede manejarse cómodamente con la mano, ha simplificado el problema de administrar la vacuna en cantidades masivas para la inoculación.

A los pollos jóvenes se les inyecta mejor en el músculo de la pechuga; en cambio, a los mayores y a los pavos se les debe inyectar solamente en el cuello o en el muslo.

EL ARCO IRIS



Cuando el Sol está alto en el cielo, es imposible ver el arco iris. La luz que emerge de las gotas de agua no llega al espectador.

Antiguamente el arco iris, con sus tenues bandas de color extendiéndose por el cielo, era considerado como algo misterioso, pero en la actualidad puede ser explicado científicamente de modo muy sencillo.

Para que se produzca su aparición han de existir ciertas condiciones atmosféricas. El día tiene que ser luminoso y el Sol ha de estar muy bajo en el cielo. No puede haber arco iris al mediodía, con el Sol en el cenit. Las mejores condiciones para su formación se dan a la mañana y al atardecer.

No se puede contemplar un arco iris manteniéndonos frente al Sol; quien quiera hacerlo ha de situarse de espaldas a éste.

Ha de estar lloviendo a cierta distancia, frente al espectador. Es evidente que las gotas de lluvia son las causantes del efecto coloreado, ya que los arcos iris también pueden formarse en las cascadas de agua, en las fuentes y en los chorros de una manguera de jardín, si se dan las condiciones.

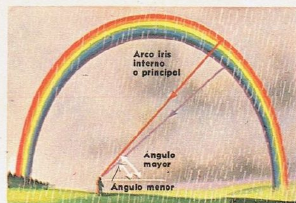
La luz solar que incide sobre la lluvia se compone de una mezcla de radiaciones de diversas longitudes de onda. La luz roja tiene una longitud de onda más larga, y la luz violeta, más corta. Entre el rojo y el violeta se encuentran los colores anaranjado, amarillo, verde, azul y añil. Esta combinación de radiaciones carece de color (es blanca) al llegar a la lluvia. Las gotas son casi esféricas y mantienen su forma merced a las fuerzas que actúan en sus superficies (*fuerzas de tensión superficial*), comportándose de forma análoga a las lentes. Cuando un rayo de luz penetra en una gota, es desviado (*refractado*). La luz violeta es la que más se desvía; la roja, la que menos desviación acusa. Y como consecuencia de todo ello, la luz blanca se desdobla en sus componentes de color. Cuando la radiación alcanza la parte posterior de la gota, algunos componentes la abandonan, pero la superficie refleja otra parte hacia su interior.

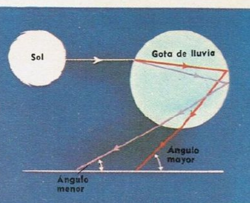
La luz así reflejada se refracta parcialmente en la superficie opuesta, y el resto vuelve a reflejarse. En esta refracción, como la luz pasa del agua al aire, la luz roja se desvía más que la violeta. Como puede observarse en el esquema, la luz roja llega al ojo del espectador con un ángulo mayor sobre la horizontal que la violeta; es decir, el rojo parece que viene desde una altura mayor que el violeta.

Por este motivo, la parte superior del arco iris aparece roja, y violeta la parte inferior. Un arco de tales características se denomina *arco iris interno o principal*. Está formado por la luz que sólo se ha reflejado una vez dentro de las gotas de agua. Los colores individuales del espectro que llegan al espectador vienen de arcos iris distintos.

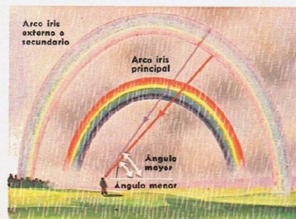
A veces se observan arcos iris dobles. En ellos se presenta un nítido arco iris primario (rojo en la parte superior y violeta en la inferior) y, a cierta distancia sobre él, otro más débil, *arco iris externo o secundario*. En este último, las posiciones de los colores se han invertido: el violeta ocupa la parte superior y el rojo la inferior. Los arcos iris secundarios se forman con la luz que ha sido reflejada dos veces dentro de las gotas de lluvia. Después de las dos reflexiones, la luz violeta forma con la horizontal un ángulo mayor para el ojo del espectador que la luz roja. Por tanto, en este momento la luz violeta aparece más alta que la roja. Cuando el arco iris principal es muy tenue, resulta casi imposible observar el arco iris secundario.

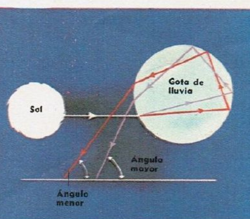
Cuando el Sol está bajo en el cielo, la luz que abandona las gotas llega a la Tierra, pudiendo ser captada por el espectador; pero cuando está alto, la luz emergente no llega y, por tanto, no es posible ver el arco iris.





El arco iris principal se forma con la luz reflejada una sola vez en el interior de las gotas.





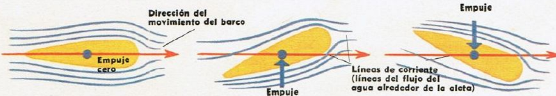
El arco iris secundario se forma con la luz que ha experimentado dos reflexiones en el interior de las gotas de lluvia.

ESTABILIZADORES DE BARCOS

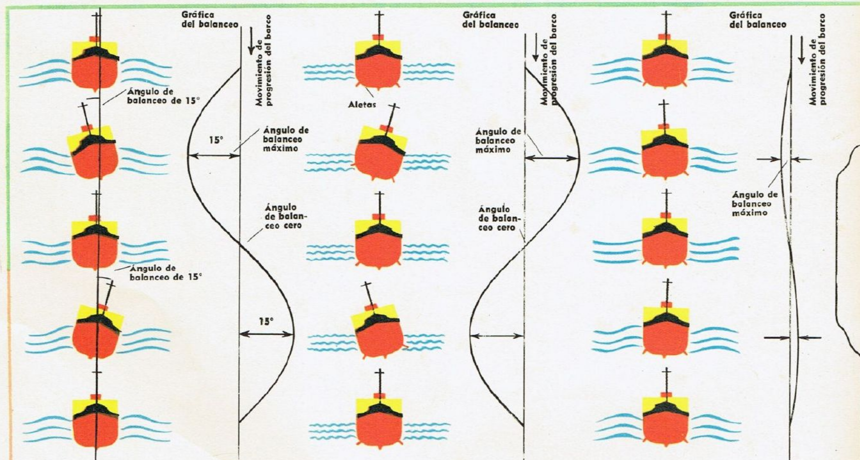
El pasajero de un buque puede llegar a marearse a causa de los cabeceos y balanceos de éste. Este último movimiento puede también constituir un serio peligro para un aparato que deba descender en la cubierta de un portaaviones. Aunque el problema de lograr reducir al mínimo estos efectos sea tan antiguo como las mismas travesías marítimas, en los últimos veinte años ha podido solucionarse.

Por lo regular, en los barcos se nota más el *balanceo* (agitación de babor a estribor) que el *cabeceo* (movimiento de atrás hacia adelante) —ya que éste es más lento y menor—, y se ha llevado a cabo una serie de experiencias para eliminarlo o atenuarlo. Una de ellas consistió en trasladar cargas pesadas sobre ruedas de una parte a otra del barco, para contrarrestar el efecto del oleaje; o en bombear agua desde unos tanques dispuestos en un costado del buque a otros situados en el lado contrario. Pero ambos métodos resultaban caros y exigían dispositivos capaces de mover las pesadas cargas o de trasvasar el agua en el menor tiempo posible. Sin embargo, este último dio resultados satisfactorios en los grandes trasatlánticos.

Actualmente el sistema que más se utiliza es el llamado de *aletas*, colocándose una o más de ellas en cada costado del buque. Dichas aletas salen del casco en la proximidad de la *sentina* (que es la parte casi horizontal del fondo del barco). La acción de las aletas se asemeja a la del timón, en que ambos dispositivos tienden a hacer que el barco gire. Pero mientras que aquél



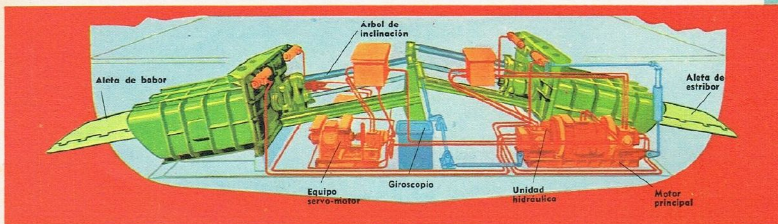
El efecto del movimiento del eje de la aleta sobre la dirección en que se balancea el barco, es producir un empuje a éste en sentido contrario.

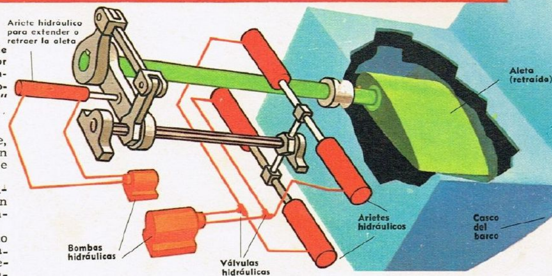


Cuando el barco se balancea en mar grueso, su inclinación lateral puede llegar a ser de 15° respecto de la vertical.

Si el barco avanza por mar en calma, el movimiento de las aletas puede producir un balanceo forzado.

Cuando un barco que se balancea en mar gruesa se estabiliza mediante la acción de las aletas, el balanceo es menor.





En las aletas móviles, éstas giran por la acción de los "arietes hidráulicos". Éstos son controlados por "válvulas hidráulicas". Las aletas se retraen, cuando no es necesario usarlas, y son puestas en posición de acción por los "arietes de extensión" cuando se requiere su efecto de oposición.

modifica la dirección de avance de éste, las aletas se inclinan de tal forma que hacen girar el barco en movimiento sobre su eje longitudinal.
Es decir que cuando la embarcación comienza a balancearse, las aletas se mueven, con objeto de que ella lo haga en dirección contraria, reduciendo así el efecto primero.
El movimiento de las aletas es automático y se realiza cuando el barco empieza a balancearse por primera vez. Y para que puedan actuar de inmediato en oposición al balanceo del buque, se utiliza un sistema de control adecuado. En la *unidad de control* hay a menudo un péndulo que sirve para determinar el grado de inclinación del barco respecto a la vertical. La *velocidad del balanceo* se obtiene con un tipo de *giroscopio de velocidad de giro*, descrito en un artículo anterior. Los resultados que proporcionan estos instrumentos se amplifican, a fin de que operen sobre *válvulas hidráulicas*. En sistemas más complicados, se utiliza también un *detector de aceleración del balanceo*, que hace posible predecir de qué modo se balanceará el barco. El amplificador utilizado puede ser hidráulico, accionado por un flujo de aceite o por trasmisión de la presión de un líquido, o mecánico, por medio de levas o engranajes. Otra alternativa consiste en utilizar amplificadores eléctricos de solenoides, que operan sobre émbolos o conexiones del sistema utilizado.
Estos amplificadores trasforman la señal que procede del equipo detector del balanceo, de forma adecuada a los *motores de las aletas*. Éstos actúan sobre *arietes* hidráulicos, que son los que realizan el movimiento efectivo de las aletas. Estos arietes se componen de pistones que se mueven a lo largo de cilindros mediante variaciones de presión de aceite, controlados por válvulas hidráulicas.
De esta forma, los datos que proporciona el equipo sensible al balanceo se trasforman en movimiento de las aletas, controlando con eficacia tanto la dirección como la extensión del movimiento obtenido.
Sistemas amortiguadores del balanceo o estabilizadores de este tipo han sido instalados en barcos que tienen desde 100 toneladas hasta las 83.000 toneladas del trasatlántico *"Queen Elizabeth"*.
Una idea sobre la eficacia de tales sistemas nos la dará el hecho de que es posible reducir con ellos un balanceo de 15 grados a otro de 1 ó 2 grados. Este nivel de amortiguación se mantiene durante todo el viaje.

Un barco típico de 30.000 toneladas (25 nudos) lleva 2 aletas retráctiles o 4 fijas. Cada una de estas aletas retráctiles mide unos dos metros de longitud, tiene de 2,5 a 3 m. de ancho, y una prolongación de unos 3,5 metros. A efectos del anclaje del barco, las aletas se retraen a un compartimento especial evitándose así que tropiecen con las obras del puerto, diques, etc. El tamaño de las aletas fijas es menor y no sobresalen de la parte más externa del costado del buque. Los arietes hidráulicos miden unos 25 cm. de diámetro y en su interior el aceite alcanza una presión de 80 Kg. por cm.^{2} Esto obliga a las aletas a variar su inclinación desde la posición más acusada, a la contraria, en menos de 2 segundos, en comparación con los 10 segundos que tarda el barco en inclinarse de un lado a otro. El movimiento de la aleta se limita normalmente a unos 20 grados, ya que con ángulos mayores, la inclinación de la aleta tendería a reducir el movimiento de avance del barco, sin que se incrementase mucho el efecto amortiguador.



Un barco no estabilizado en mar grueso tiene un tiempo o "período" de balanceo característico (de un lado a otro y regreso al estado primero). La fuerza del mar no altera el período, sino que sólo afecta al ángulo o amplitud del balanceo. Lo mismo sucede cuando se imprime un balanceo cada vez más intenso a la cuna de un niño; alcanza la altura mayor al final de su camino, pero siempre tarda el mismo tiempo para completar su ciclo de movimiento. Por tanto, se mueve más rápidamente cuando se produce un gran balanceo que cuando se efectúa uno menor.

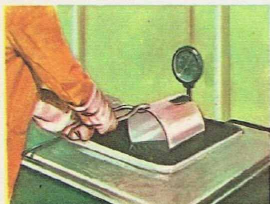
La acción del balanceo de un barco se puede representar con una gráfica. En ella, el eje horizontal representa la dirección de avance del barco, mientras que el eje vertical, ya sea en su parte superior o en la inferior, muestra el "ángulo de inclinación" del mismo.

EL ESTAÑO

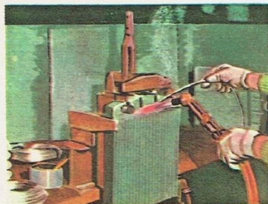
Se ignora cuándo el estaño fue elaborado e industrializado por primera vez, aunque probablemente su uso data de 1.000 años antes de Cristo. De todos modos, se encuentra entre los primeros metales que se emplearon. Esta operación se realiza simplemente colocando los trozos de mineral sobre fuego de carbón, y recogiendo el estaño que, fundido, se ha depositado en el fondo. Las minas de estaño de Cornwall fueron tan famosas que a las Islas Británicas se las llamaban "Cassiterides" (Islas del Estaño). Pero hace tiempo que esas minas no se explotan. En la actualidad, el primer productor de estaño es la Federación Mayala que, juntamente con Indonesia y Bolivia, proporciona la mitad de todo el mineral empleado en el mundo.

El estaño es un metal blancuzco, de ligero tinte azulado. En comparación con la mayoría de los restantes metales, es blando, hasta el punto de que puede cortarse con un cuchillo. Los recipientes fabricados con estaño puro pierden fácilmente la forma, pero las aleaciones de cobre y estaño son más duras que el cobre puro. El descubrimiento de la aleación cobre-estaño, es decir, el *bronce*, cambió todo el curso de la civilización. Hoy día, el estaño se alea con otros metales o se usa como cubierta protectora.

El mineral *piedra de estaño* o *casiterita,* es la única fuente de estaño comercial. Contiene óxido estánnico, SnO_2 y es de color pardo oscuro. Como primera operación, se tritura el mineral, y la parte terrosa inservible se elimina. Puesto que el óxido es unas siete veces más denso que el agua, cae al fondo de una corriente rápida, mientras la tierra es arrastrada. Este proceso se basa en un principio similar al de las bateas para separación o lavado del oro. El mineral concentrado contiene impurezas de arsénico y azufre, que se eliminan tostándolo en presencia del aire; luego pasan a óxidos y salen con los gases.



El objeto se ha recubierto con el metal por inmersión en estaño fundido.



Soldadura del depósito superior de un radiador de automóvil, con aleación de estaño y plomo.



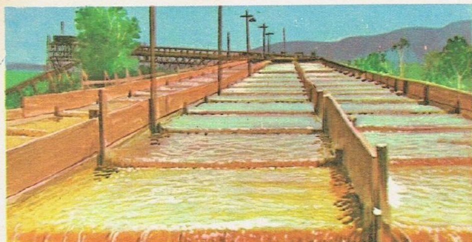
Piedra de estaño denominada casiterita

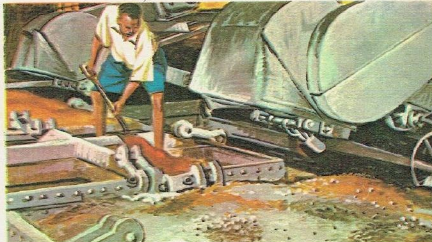


Draga para el material portador de estaño



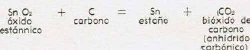
Monedas antiguas atacadas por la "peste del estaño"





(Izquierda) Separación del mineral de estaño del material portador del mismo, una vez molido. El mineral cae al fondo del agua y se recoge detrás de unas tablillas de madera. (Derecha) El mineral de estaño, preparado para la fusión, se mezcla con caliza y antracita.

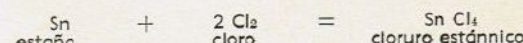
El paso siguiente consiste en eliminar el oxígeno del óxido estánnico para que sólo quede el estaño metálico. Como agente reductor se utiliza carbón en forma de antracita, que se combina con el oxígeno, formando bióxido de carbono (anhídrido carbónico).



El horno se llena con el mineral tostado, antracita y cal.
La escoria flota y el estaño cae al fondo, de donde se saca en estado fundido, para que se solidifique en lingotes cuya pureza es del 99,5 %. La escoria se somete a proceso de recuperación para extraer restos del metal, y, a continuación, el estaño se refina o purifica para eliminar la mayor parte de las impurezas. Se calienta hasta que funde, y se vierte en un talud construido con ladrillos refractarios. El líquido que fluye se agita con largos palos de madera verde. Esto evita que el estaño se oxide y las burbujas que surgen de la madera quemada arrastran las impurezas hasta la superficie. El estaño purificado se recoge en el fondo, y la escoria se deja en dicha superficie. El estaño también puede ser refinado por electrólisis, para lo cual se sumerge en un baño de 8 % de ácido sulfúrico, 4 % de ácido cresolfenol sulfónico, y 3 % de estaño estannoso. El carácter físico del metal depositado se mejora con la adición de cola. Una cierta cantidad de estaño es recuperado de viejas planchas tales como antiguos recipientes de estaño. En realidad, estas vasijas se fabrican con acero revestido de una capa muy delgada de estaño. Los recipientes se limpian para quitarles la grasa, y se tratan con cloro para convertir el estaño en cloruro estánnico, a partir del cual puede recuperarse el estaño. El cloruro estánnico también puede utilizarse directamente para dar cuerpo y peso a la seda pura, lo que la hace perfectamente manuable. La seda retiene hasta casi el 40 % del cloruro.

PROPIEDADES QUÍMICAS DEL ESTAÑO

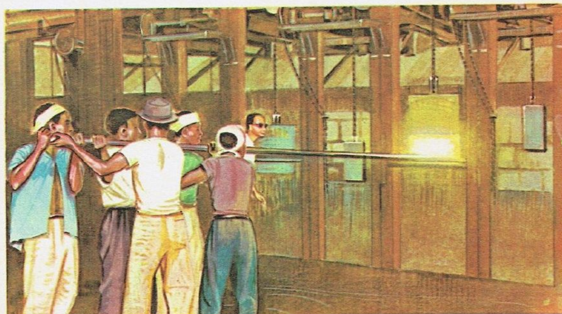
En aire seco, el estaño se mantiene brillante y no se corroe, pero en realidad se forma sobre su superficie una capa muy delgada e invisible de óxido. Esta capa se puede eliminar atacando el estaño subyacente con vapor de yodo.
Si el estaño se calienta fuertemente, se produce una capa visible de óxido.
En condiciones normales, el estaño no es atacado por el agua, aunque en estado fundido una corriente de vapor a 800°C lo transforma en óxido estánnico, $Sn\,O_2$.
A causa de su gran estabilidad, el metal es adecuado para construir destiladores de agua, surtidores, calderas eléctricas, etc.
Los halógenos cloro, bromo y yodo atacan al estaño, formando haluros. Por ejemplo, con el cloro produce cloruro estánnico



El estaño tiene dos posibles valencias, 2 y 4, lo que da lugar a dos series de compuestos, los compuestos estannosos (por ejemplo, el cloruro estannoso, $SnCl_2$), en donde el estaño actúa con valencia 2, y los compuestos estánnicos (por ejemplo, el cloruro estánnico, $SnCl_4$), en los que la valencia es 4. La serie estánnica es la más estable.

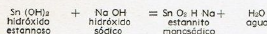
ÓXIDOS DE ESTAÑO

Análogamente, el estaño forma el óxido estannoso, SnO, y el óxido estánnico, SnO_2. Por adición de una cantidad limitada de hidróxido sódico o de carbonato sódico, a una solución de cloruro estannoso, se obtiene un precipitado blanco de óxido estannoso hidratado,

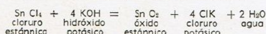


Horno de fusión en funcionamiento. El técnico usa gafas oscuras para poder contemplar en el interior la masa al rojo blanco.

$SnO_2 . H_2O$. Si se calienta este precipitado fuera del contacto del aire, se obtiene el óxido estannoso, el cual se oxida muy fácilmente expuesto al aire, y se convierte en óxido estánnico. El precipitado gelatinoso de óxido estannoso hidratado, que se puede suponer que contiene hidróxido estannoso, es anfótero (se comporta parcialmente como ácido y como álcali), y se disuelve en ácido clorhídrico para dar cloruro estannoso y en exceso de hidróxido sódico para dar un estannito en ausencia de aire.

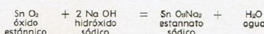


El óxido estánnico se precipita en la forma hidratada conocida como ácido estánnico, por la acción de los álcalis sobre soluciones de sales estánnicas.





El óxido estánnico es insoluble en agua. También es insoluble en los ácidos, excepto en ácido sulfúrico concentrado, que lo transforma en sulfato estánnico, pero mediante fusión con hidróxido sódico se convierte en estannato sódico.



SALES DE ESTAÑO

El estaño reacciona con los ácidos para formar sales; sin embargo, la reacción no se verifica con ácidos diluidos fríos, sino que deben ser concentrados y calientes. Con ácido clorhídrico concentrado se forma cloruro estannoso, pero con los ácidos nítrico y sulfúrico se consiguen las respectivas sales estánnicas.

Las soluciones de las sales estannosas reducen los agentes oxidantes corrientes como los permanganatos, bicromatos y yodo. La sal estannosa más importante es el cloruro estannoso ($SnCl_2$), que, aparte de su aplicación como reductor, se utiliza también como mordiente o fijador.

Las sales estánnicas son agentes oxidantes débiles. De ellas, el cloruro estánnico ($SnCl_4$) es un agente mordiente de importancia comercial. El cloruro estánnico con el cloruro amónico produce el compuesto $SnCl_6\ (NH_4)_2$, en forma de agujas de color amarillo limón, que se emplea en tintorería como mordiente bajo el nombre de *sal de Pink*. Los sulfuros estannoso (SSn) y estánnico (S_2Sn) tienen un color pardo oscuro y amarillo respectivamente, son insolubles y se precipitan por la acción del ácido sulfhídrico sobre las soluciones ácidas de las respectivas sales, hecho que se utiliza en química analítica para caracterizar al estaño en forma de ion bivalente o tetravalente.

El estaño es atacado por los álcalis, desprendiendo hidrógeno, y formándose soluciones de estannitos. Con el hidróxido sódico se forma estannito sódico. Por tanto, los álcalis no son adecuados para la limpieza de artículos fabricados o recubiertos de estaño.

PROPIEDADES FÍSICAS

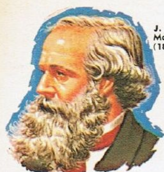
Aunque se recuerda normalmente al estaño como un metal plateado y brillante, no siempre se presenta así, porque el estaño puede existir en tres formas cristalinas diferentes (alotrópicas). Cada forma alotrópica es estable en un determinado margen de temperatura. El estaño plateado, blanco y brillante, es estable entre 13°C y 180°C. Cuando doblamos el estaño, emite un sonido débil, semejante a un grito, causado por el rozamiento de sus cristales entre sí. Por encima de 180°C, es estable el *estaño rómbico*. A temperaturas inferiores a 13°C, la forma alotrópica estable es un estaño que consiste en un polvo de color gris. Esto no significa que cuando se enfríe el estaño por debajo de 13°C se pulverice rápidamente. La transformación se verifica muy lentamente y con frecuencia el estaño debe mantenerse a esta temperatura durante meses para que se inicie el cambio. Sin embargo, una vez iniciada la transformación se extiende en seguida. Esta transición se llama *peste del estaño*. Después de un invierno muy crudo, en Leningrado, un sótano lleno de estaño en barras se transformó en polvo gris, aunque esto no es corriente. Las estructuras cristalinas quedan destrozadas y en el cambio se produce un aumento de volumen del 25 %.

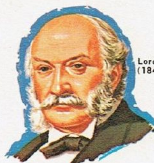
USOS DEL ESTAÑO

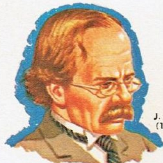
La mayor parte del estaño se utiliza para recubrir otros metales como el acero. El papel de estaño se ha utilizado ampliamente en la industria de conservación de alimentos porque no los contamina. Hoy día, se ha sustituido en gran parte por la hoja de aluminio y por el papel de celofán. Los envases se recubren también con estaño; los recipientes de leche y los conductos por donde pasan alimentos, se recubren asimismo con estaño. Hoy día, la mayor parte de las cubiertas de estaño se realizan por electrólisis en tanques protegidos por plástico. El objeto a tratar constituye el cátodo, y el estaño el ánodo. Tanto el ánodo como el cátodo se introducen en una solución de un compuesto estannoso o estánnico. Existe otro método por inmersión en el que el objeto se sumerge durante pocos segundos en estaño fundido. El estaño tiene un alto poder de adhesión y forma una delgada película sobre la superficie (con frecuencia, de un espesor tan sólo de 0,00075 mm.). El estaño es un metal muy débil y cuando se deforma no recobra su posición primitiva. Por esta razón se utiliza para fabricar pomos de pinturas. Los tubos de plástico se expanden de nuevo y entra aire en su interior. La lámina de estaño se utiliza para envolver cigarrillos porque el paquete no tiende a abrirse.

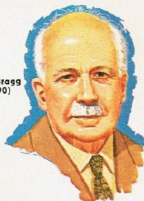
Otra importante aplicación del estaño es su aleación con diferentes metales. El metal de soldadura es una aleación de estaño y plomo en varias proporciones. El bronce de cañón y el bronce propiamente dicho, se componen de una gran cantidad de cobre con un pequeño porcentaje de estaño. El peltre es estaño endurecido con plomo y constituye una aleación muy buena para trabajos ornamentales y de orfebrería.

La importancia de los compuestos de carbono y estaño va en aumento. En ellos, un átomo de estaño está unido a uno o dos átomos de carbono. Se utilizan para proteger de la decoloración al plástico cloruro de polivinilo. El cloruro estannoso se añade al jabón para evitar que se decolore y pierda perfume. El óxido estánnico se utiliza para dar un aspecto neblinoso a los vidrios y esmaltes.


J. Clerk Maxwell (1831-1879)


Lord Rayleigh (1842-1919)


J. J. Thomson (1856-1940)


G. L. Bragg (n. 1890)

EL LABORATORIO CAVENDISH

Desde hace tiempo, la Universidad de Cambridge ha sido considerada como el hogar de los descubrimientos científicos y matemáticos. El protagonista de mayor envergadura y grandiosidad de esta historia de éxitos científicos fue Isaac Newton, con sus masivas contribuciones a la física y a la matemática. Gran parte del trabajo experimental realizado por él tuvo lugar en sus habitaciones privadas del Trinity College. Muchos de los grandes científicos de los siglos XVII y XVIII trabajaron en circunstancias similares, siendo, la mayoría de ellos, personas con medios pecuniarios propios que proseguían sus investigaciones por estar profundamente interesados en las causas que entrañaban los fenómenos materiales.

La física misma no fue enseñada en Cambridge como objeto de asignatura universitaria hasta mediados del siglo XIX, ya que hasta 1871 —pocos años después de haberse instituido los exámenes en las asignaturas de *calor, electricidad* y *magnetismo*— no decidió la Universidad nombrar un profesor de física, al que proporcionaron un aula y un laboratorio.

Las 6.300 libras esterlinas necesarias para su edificación fueron donadas por el jefe de la familia Cavendish, a cuyo antepasado, Enrique Cavendish, se debía la realización de muchos experimentos famosos, en uno de los cuales determinó exactamente la masa de la Tierra. Debido a ello, el nuevo laboratorio recibió el nombre de Cavendish.

En 1871, Jacobo Clerk Maxwell fue nombrado para desempeñar el puesto de primer profesor del Cavendish, pero el propio laboratorio no estuvo terminado hasta 1874. Maxwell, antes de ir a Cambridge, se había distinguido por sus trabajos sobre la naturaleza de las ondas luminosas y sobre la teoría cinética de los gases. Mientras estuvo en Cambridge, no añadió gran cosa a sus trabajos originales. Sin embargo, organizó un laboratorio donde se inculcaba a los alumnos que el trabajo experimental convenientemente orientado constituía la única base de certeza para la física, y creó una escuela de investigación cuyos tipos de experimento y trabajo teórico jugaron un papel decisivo en el nacimiento de la física moderna.

Lord Rayleigh, nombrado en 1879 para suceder a Clerk Maxwell, continuó el trabajo sobre constantes eléctricas iniciado por éste, y extendió ampliamente el campo de los temas de su investigación, desde el telescopio a las ondas sonoras. Cuando Rayleigh, pasados cinco años, abandonó el Cavendish, éste se había convertido en un importante laboratorio de investigación.

Bajo su nuevo director, J. J. Thomson, el laboratorio progresó hasta convertirse en una institución donde se adiestraban o realizaban sus investigaciones los mejores físicos del mundo. Thomson mismo, sin conocérselo aún como gran experimentador, fue capaz de aclarar la mayoría de los secretos del átomo, valiéndose de un simple y primitivo conjunto de aparatos. Descubrió el electrón, lo que proporcionó el primer paso en el desarrollo de la moderna teoría atómica.

Independientemente del trabajo experimental, la institución, que había progresado bajo el mando de Thomson, adquirió renombre universal. Uno de los científicos atraídos por dicha fama fue el joven neozelandés Ernesto Rutherford, quien dio comienzo a sus trabajos de física atómica al colaborar con Thomson en Cavendish, labor que continuó al trasladarse luego a Toronto y después a Manchester. Su regreso a Cavendish tuvo lugar en 1918, como sucesor de Thomson en la cátedra de física. La mayoría de sus experimentos, que contribuyeron a explicar la naturaleza de la radiactividad y la estructura del átomo, fueron realizados, según la tradición del laboratorio, con aparatos de sorprendente sencillez.

Sin embargo, a medida que fue desarrollándose la ciencia atómica, el instrumental del Cavendish hubo de transformarse, necesariamente, de un más complicado y avanzado diseño, incluyendo aparatos tales como el equipo para acelerar partículas de J. Cockroft y E. T. S. Walton, y del físico ruso L. P. Kapitza. Es impresionante la lista de los sabios ganadores de premios Nobel que pasaron por Cavendish durante el período de Thomson y Rutherford; los 50 años abarcados por su dirección combinada señalan una época en la que el laboratorio fue el principal protagonista en el desarrollo de la ciencia nuclear.

A partir de entonces se han mantenido las grandes tradiciones de Cavendish como institución docente y de investigación. A Ernesto Rutherford lo sucedió, en 1938, Guillermo Lorenzo Bragg, y a éste Neville Mott, en 1954. Ambos científicos han realizado notables trabajos sobre la estructura de los sólidos.


Ernesto Rutherford en su laboratorio.

DILATACIÓN LINEAL

Si un puente de acero, a la temperatura de 2° C., mide 90 metros, ¿cuál será su longitud cuando la temperatura ascienda a 27° C.? Si no se ha previsto su aumento de longitud *(dilatación lineal)*, el puente se arqueará fatalmente con el ascenso de temperatura. Antes de construir un puente, el ingeniero debe ser capaz de calcular dicho aumento. En el ejemplo enunciado, la dilatación es 2,7 cm.

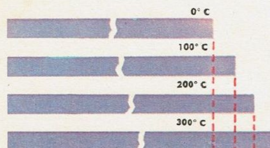
El aumento de longitud depende de tres factores. Primero, como podría esperarse, es proporcional a la *longitud original*

COEFICIENTES DE DILATACIÓN LINEAL (a)

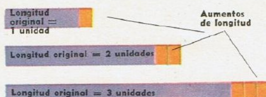
Cada material se dilata en forma diferente. La dilatación de un material particular depende, probablemente en gran parte, de las fuerzas de cohesión que existen entre las moléculas. Si tales fuerzas son grandes, el material se dilatará sólo ligeramente para un determinado aumento de temperatura.

Un metal como el plomo, que tiene un punto de fusión bajo y se comprime con facilidad (lo que sugiere que sus moléculas se unen con fuerzas débiles), se dilata mucho cuando aumenta la temperatura.

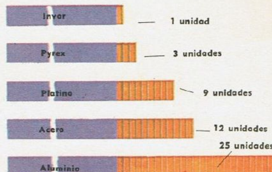
Para comparar las posibilidades de dilatación de los diversos sólidos cuando se calientan, es necesario acudir a una tabla de "coeficientes de dilatación lineal". El coeficiente de dilatación lineal de cualquier sólido es, simplemente, el "incremento de longitud que experimenta una muestra de longitud, tomada como unidad, cuando su



El aumento de longitud depende del ascenso de temperatura.



El aumento de longitud depende de la longitud original.



El aumento de longitud depende del material que constituye la muestra.

En muchos libros de texto, la ecuación de dilatación lineal se expresa por $L_t = L_0 (1 + \alpha t)$. En donde L_t es la nueva longitud después de la dilatación, L_0 la longitud original, α el coeficiente de dilatación lineal, y t el aumento de temperatura. Esta ecuación es la misma, aunque presentada de otra forma que la anterior: "incremento de longitud" $= L_0 \times \alpha \times t$.

El incremento de longitud es, evidentemente, la diferencia entre las longitudes dilatada y original, y se puede escribir como $L_t - L_0$. Por tanto: $L_t - L_0 = L_0 \times \alpha \times t = L_0 \alpha t$ (ya que se acostumbra a omitir el signo de multiplicación). Sumando L_0 a cada uno de los miembros de la ecuación, se obtiene $L_t = L_0 + L_0 \alpha t$, o, lo que es igual: $L_t = L_0(1 + \alpha t)$.

Así la ecuación resulta más cómoda cuando se necesite calcular la nueva longitud.

Existe una ecuación muy semejante para calcular el incremento del área ("dilatación superficial"): $A_t = A_0(1 + \beta t)$ en la que A_t es la superficie después de la dilatación, A_0 la superficie original, y t el aumento de temperatura. La letra griega β (beta) es el coeficiente de dilatación superficial, es decir, el incremento de área de cada unidad de superficie cuando su temperatura aumenta un grado. Equivale a dos veces el coeficiente de dilatación lineal, o sea, $\beta = 2\alpha$.

La ecuación para calcular el aumento de volumen ("dilatación cúbica") es $V_t = V_0 (1 + \gamma t)$ en la que V_t es el volumen después de la dilatación, V_0 el volumen original, y t el aumento de temperatura. La letra griega γ (gamma) es el coeficiente de dilatación cúbica, es decir, el incremento de volumen que experimenta cada unidad de volumen cuando su temperatura sube un grado. Es igual a tres veces el coeficiente de dilatación lineal, o sea, $\gamma = 3\alpha$.

L_0 = longitud original.
L_t = longitud después de la dilatación (final).
α = coeficiente de dilatación lineal.
t = aumento de temperatura.
A_0 = área original.
A_t = área después de la dilatación (final).
β = coeficiente de dilatación superficial $= 2\alpha$.
V_0 = volumen original.
V_t = volumen después de la dilatación (final).
γ = coeficiente de dilatación cúbica $= 3\alpha$.

El puente ferroviario Forth, en Inglaterra, tiene una longitud de 2.400 m. Es de acero (coeficiente de dilatación lineal = 0,000012 por °C). Si la mayor diferencia de temperatura posible es de 35°C (entre los días más cálidos y los más fríos), la longitud del puente puede modificarse en 2.400 × 0,000012 × 35 = 1 metro. En realidad, se ha tenido en cuenta una tolerancia de casi 2 metros.

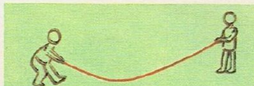


temperatura se eleva un grado". No importa cuál sea la unidad (puede ser un centímetro, una pulgada, un pie, un metro o, incluso, una milla), pero entonces el incremento de longitud viene expresado en las mismas unidades. Sin embargo, es importante que el aumento de temperatura se exprese en grados Centígrados o grados Fahrenheit. Normalmente, los coeficientes de dilatación lineal vienen descritos "por °C", aunque en algunas tablas se encuentran también "por °F".
Puesto que un grado Fahrenheit equivale a 5/9 de grado centígrado, la expansión correspondiente a 1°F será 5/9 de la de 1°C. Por ejemplo, el coeficiente de dilatación lineal del bronce es 0,0000189 por °C. Para convertir este dato al sistema Fahrenheit, hay que multiplicar el coeficiente por 5/9; o sea $0{,}0000189 \times 5/9 = 0{,}0000021 \times 5 = 0{,}0000105$ por °F.
Para convertir el sistema Fahrenheit al Centígrado se multiplicará por 9/5. Los coeficientes de dilatación lineal se representan por la letra griega α (alfa) y están determinados a la temperatura ambiente normal.

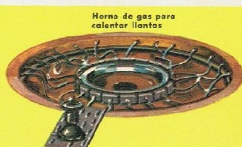
COEFICIENTES DE DILATACIÓN LINEAL DE ALGUNOS SÓLIDOS CORRIENTES

Material	(por °C)
Aluminio	0,000025
Bronce	0,0000189
Cobre	0,000017
Plomo	0,000029
Hierro fundido	0,000011
Platino	0,000009
Vidrio	0,000009
Vidrio Pyrex	0,000003
Acero	0,000012
Hormigón	0,000012
Invar (acero-níquel)	0,0000009

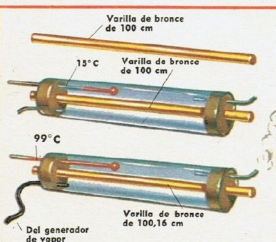
de la estructura. Por ejemplo, un puente de acero de 90 m. se dilata diez veces más que un riel de 9 m. cuando ambos se calientan a igual temperatura. Segundo, el aumento de longitud es prácticamente proporcional al *ascenso de temperatura* que experimenta la estructura. Por ejemplo, si una determinada muestra se dilata 1 mm. cuando sube su temperatura 25° C., la dilatación será de 4 mm. cuando la temperatura se eleve 100° C. Y tercero, el aumento de longitud depende del material que componga la estructura.
Pero, cuando una variable es proporcional a una serie de factores, es también proporcional a su producto. De aquí que el incremento de longitud de una muestra sea proporcional a la longitud original por el ascenso de temperatura. Sin embargo, para calcular la dilatación real hay que multiplicar el producto por un número (que depende del material), denominado *coeficiente de dilatación lineal.*
En consecuencia, el incremento de longitud es igual a la longitud original por el ascenso de temperatura por el coeficiente de dilatación lineal. Esta utilísima ecuación se puede expresar así abreviada:
Incremento de longitud $= L_o \times \alpha \times t$, donde L_o es la longitud original, α el coeficiente de dilatación lineal y t el aumento de temperatura.
Con esta fórmula se puede resolver fácilmente el problema del puente propuesto al principio. La longitud original (L_o) del puente es 90 m., el coeficiente de dilatación lineal del acero (α) se obtiene de una tabla y es 0,000012 por ° C., y el aumento de temperatura (t) es $27 - 2 = 25°$ C. Por tanto, el incremento de longitud ($L_o \times \alpha \times t$) es $90 \times 0{,}000012 \times 25$ metros $= 0{,}027$ m. $= 2{,}7$ cm.; o sea, la longitud del puente a 27° C es de 90,027 m.
Se puede utilizar la misma fórmula para determinar la *contracción* de la longitud de un sólido cuando disminuye su temperatura. ¿Cuál será la longitud del puente cuando la temperatura sea de 13° C. bajo cero? La longitud original (L_o) es 90 m., el coeficiente de dilatación lineal del acero (α) es 0,000012 por ° C., y el descenso de la temperatura (t) de 2° C a −13° C es 15° C. Por tanto, la contracción de longitud ($L_o \times \alpha \times t$) es $90 \times 0{,}000012 \times 15$ metros $= 0{,}016$ m. — 1,6 cm., y en consecuencia, la longitud del puente a −13° C. es $90 - 0{,}016 = 89{,}984$ m.



Un tipo de cadena de agrimensor se compone de cien eslabones de acero, cada uno de los cuales tiene una longitud de 20 cm. ¿Cuál será el cambio de longitud que experimentará la cadena si la temperatura sube de —10°C a 30°C? ¿Y si la cadena fuese de invar?
Longitud original de la cadena (L_o) $= 100 \times 20 = 2.000$ cm.
Coeficiente de dilatación lineal (α) del acero $= 0{,}000012$ por °C.
Aumento de temperatura (t) desde —10°C a 30°C = 40°C.
Por tanto, el incremento de longitud ($L_o \times \alpha \times t$) de la cadena de acero $= 2.000 \times 0{,}000012 \times 40 = 0{,}96$ cm. Si los eslabones son de invar, la longitud original (L_o) es la misma, así como el aumento de temperatura (40°C). Pero el coeficiente de dilatación lineal (α) del invar es 0,0000009 por °C, y entonces el incremento de longitud de la cadena sería sólo: $2.000 \times 0{,}0000009 \times 40 = 0{,}072$ cm.
Por tanto, la cadena para mediciones hecha de invar es menos susceptible de inducir a error cuando hay cambios de temperatura.
El invar es una aleación de acero y níquel. Debido a que posee un coeficiente de dilatación lineal notablemente pequeño, se utiliza para fabricar metros de medida de longitud rigurosa y péndulos con compensación de temperatura.



Se quiere ajustar una llanta de acero, cuyo diámetro a 10°C es de 100 cm., a una rueda de locomotora, cuyo diámetro es de 100,5 cm. ¿A qué temperatura se debe calentar previamente la llanta para que se pueda realizar la operación?
El diámetro de la llanta tiene que dilatarse 0,5 cm. Por ser una longitud, su incremento puede calcularse con la ecuación normal ("aumento de longitud" $= L_o \times \alpha \times t$), a pesar de que la llanta es un anillo vacío.
Diámetro original (L_o) = 100 cm.
Coeficiente de dilatación lineal del acero (α) $= 0{,}000012$ por °C.
Aumento de temperatura necesario = t°C.
Incremento de diámetro = 0,5 cm.
Por tanto, $0{,}5 = 100 \times 0{,}000012 \times t$
$0{,}5 = 0{,}0012 \times t$
Multiplicando ambos miembros de la ecuación por 10.000, se obtiene:
$5.000 = 12 \times t$
Dividiendo ahora ambos miembros por 12, da: $\frac{5.000}{12} = t = 417$°C.
En consecuencia, se debe calentar la llanta desde 10°C hasta $10 + 417 = 427$°C, para que sea posible ajustarla a la rueda.



Una varilla de bronce de 100 cm de longitud a 15°C se calienta por medio de una camisa de vapor y experimenta un incremento de longitud de 0,16 cm. Si la temperatura del vapor es de 99°C, ¿cuál será el coeficiente de dilatación lineal del bronce?
Incremento de longitud $= L_o \times \alpha \times t = 0{,}16$ cm.
Longitud original (L_o) = 100 cm.
Aumento de temperatura (t) $= 99 - 15 = 84$°C.
Coeficiente de dilatación lineal del bronce $= \alpha$ por °C.
Por tanto: $0{,}16 = 100 \times \alpha \times 84 = 8.400 \times \alpha$,
o sea: $\frac{0{,}16}{8.400} = \alpha = 0{,}000019$ por °C.

AGUA DE CRISTALIZACIÓN

Después de tener almacenados durante varios meses cristales trasparentes de soda Solvay en un recipiente seco y caliente, se los encontrará cubiertos por una delgada capa de polvo blanco. Al calentar cristales azules de sulfato de cobre, normalmente se desmenuzan, formando también un polvo blanco.

En ambos ejemplos, la transformación de cristales trasparentes en polvo se realiza por pérdida de agua. Esto se puede demostrar calentado los cristales de cualquier sustancia en un tubo de ensayo de vidrio resistente, y llevando los vapores que se desprenden a un tubo donde se condensarán después. El color azul característico del sulfato de cobre se puede restaurar rápidamente añadiendo al que está en forma de polvo blanco unas gotas de agua, ensayo que sirve, además, como rápida prueba analítica para el agua.

Aunque los cristales de la soda Solvay (carbonato sódico) y del sulfato de cobre estén completamente secos, existe en ellos una determinada cantidad de agua íntimamente ligada a los cristales que se denomina *agua de cristalización*. El número de moléculas de agua de cristalización asociadas a cada molécula de una determinada sal, se puede deducir midiendo la pérdida de peso que experimentan los cristales de la sal cuando se calientan.

Las propiedades químicas del sulfato de cobre, tanto en su forma azul como en la blanca, son idénticas, pero sin embargo es necesario distinguir entre ambas formas. La blanca se llama sulfato de cobre *anhidro* porque no contiene agua.

A cualquier sal que haya perdido toda su agua de cristalización se la denomina anhidro, e hidratos a los que la contienen.

Cierto número de sustancias existen en más de una forma hidratada. Por ejemplo, el carbonato sódico se presenta en tres hidratos cuyas fórmulas son $CO_3Na_2 . 10 H_2O$ (decahidrato), $CO_3Na_2 . 7H_2O$ (heptahidrato) y $CO_3Na_2 . H_2O$ (monohidrato). Los cristales grandes y trasparentes corresponden al decahidrato (que contiene diez moléculas de agua por cada molécula de carbonato sódico), mientras que la capa de polvo blanco que se forma sobre el decahidrato son pequeños cristales de monohidrato (que tiene el mismo número de moléculas de agua que de carbonato sódico).

Aunque el carbonato sódico también existe en estado anhidro, no se puede obtener fácilmente a partir de los hidratos, y, por regla general, se prepara por acción de calor sobre bicarbonato sódico:



El proceso por el que una sal cristalizada, como el carbonato sódico decahidratado, pierde alguna o toda su agua de cristalización, se denomina *eflorescencia*. No se debe confundir este término con *efervescencia*, que significa desprendimiento de un gas en forma de burbujas, como por ejemplo el desprendimiento de bióxido de carbono que tiene lugar cuando se vierte sobre mármol un ácido diluido.

Lo mismo que ciertas sustancias pierden, en una atmósfera seca, cierta cantidad del agua íntimamente unida a su estructura, otras la adquieren en una atmósfera húmeda. Algunas sustancias de este tipo, en especial el cloruro cálcico, se utilizan para secar gases o para reducir el contenido de humedad del aire en los *desecadores* (recipientes en los que se pueden mantener secos aparatos y materiales).

Las sustancias semejantes al óxido de calcio (cal viva) que absorben el agua, pero no en cantidad suficiente para formar soluciones, se llaman *higroscópicas*. Las sustancias que, como el cloruro cálcico anhidro y la soda cáustica (hidróxido sódico), continúan absorbiendo agua hasta que se forma una solución de la sustancia, se denominan *delicuescentes*.



(Izquierda) Dispositivo en el que se pueden calentar cristales azules de sulfato de cobre. El color se regenera añadiendo agua al polvo blanco resultante (derecha).

La fórmula del sulfato de cobre cristalizado se puede determinar midiendo la pérdida de agua que resulta al calentar sus cristales hasta que se transforma en polvo blanco. La sustancia se calienta hasta obtener para ella un peso constante.

Peso de la cápsula de evaporación + hidrato = 48,93 g.
Peso de la cápsula de evaporación sola = 38,73 g.
Peso del hidrato . . . . 10,20 g.

Peso de la cápsula de evaporación + sal anhidra = 45,28 g.
Peso de la cápsula de evaporación sola = 38,73 g.
Peso de la sal anhidra . . . . 6,55 g.

Peso del agua desprendida (es decir, peso del hidrato — peso de la sal anhidra) = 3,65 g.

Entonces, 6,55 g. de sulfato de cobre se combinan con 3,65 g. de agua, es decir, 1 g. de sulfato de cobre se combina con $\frac{3,65}{6,55}$ g. de agua, y por tanto, 159,5 g. de sulfato de cobre se combinan con

$$\frac{159,5 \times 3,65}{6,55} = 88,9 \text{ g. de agua}$$

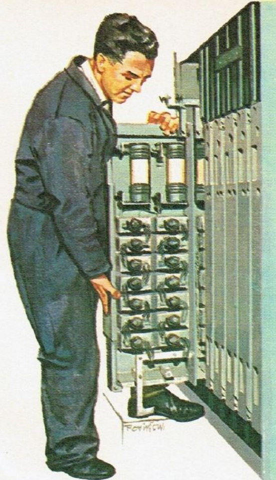
En definitiva, una molécula gramo de sulfato de cobre se combina con 5 moléculas gramo $\left(\frac{88,9}{18}\right)$ de agua y, en consecuencia, la fórmula del sulfato de cobre cristalizado es SO_4Cu5H_2O.

(Peso atómico: Cu = 63,5; H = 1,0; O = 16,0; S = 32,0).

Peso de una molécula gramo:

de sulfato de cobre		de agua	
cobre	63,5	hidrógeno × 2	2,0
azufre	32,0	oxígeno	16,0
oxígeno × 4	64,0		18,0
	159,5		

DIODOS SEMICONDUCTORES



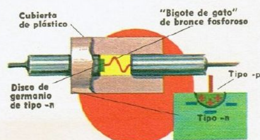
Los diodos de silicio (silicon), se utilizan en los circuitos del motor de las locomotoras eléctricas.

Cuando los extremos de un *conductor* eléctrico, por ejemplo un trozo de alambre de cobre, se conectan a los terminales de una batería, la corriente eléctrica fluye a través del mismo. Esto significa que existe una gran trasferencia continua de cargas negativas (electrones) desde la placa negativa (cátodo) de la batería, hasta la positiva (ánodo), a través del alambre.

Sin embargo, cuando se conecta a los terminales de la batería un *aislador* eléctrico como la mica, casi no hay trasferencia de carga. Esto sucede porque los átomos del aislador no tienen electrones libres, o éstos no se pueden desplazar con facilidad, y en consecuencia no existe un flujo apreciable de electricidad entre los terminales.

Algunas sustancias ocupan una posición intermedia entre los conductores y los aisladores, en lo que se refiere a su posibilidad de trasmitir la corriente eléctrica. Por tal motivo, se denominan *semiconductores.* El germanio y el silicio son semiconductores que en la actualidad se utilizan ampliamente en electrónica. Sus propiedades semiconductoras se pueden explicar por el comportamiento de los electrones en los átomos que componen dichos materiales.

Tanto el germanio como el silicio disponen, en sus capas externas, de cuatro electrones. En el sólido se mantienen firmemente unidos porque cada uno de estos electrones de *valencia* está compartido con un átomo vecino, de tal forma que todos los átomos se mantienen en el retículo cristalino por *enlaces de valencia,* cada uno de los cuales consiste en un par de electrones compartidos por dos átomos. Por tanto, cada átomo se mantiene en el retículo mediante cuatro de estos enlaces de valencia. Todos los electrones de la capa externa sirven para producir tales enlaces y, por tanto, están firmemente ligados en el retículo. Sin embargo, cuando el sólido es expuesto a ciertas manifestaciones de energía, como el calor o la luz, se liberan algunos electrones y quedan en disposición de moverse a través del sólido, no bien se le aplique un determinado voltaje (procedente de una batería).

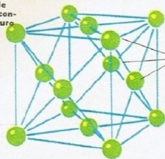


El diodo semiconductor de un punto de contacto se fabricó antes que el de tipo de unión. Un alambre ("bigote de gato") presiona contra un disco de germanio de tipo -n.
Durante la fabricación, se hace pasar una corriente relativamente grande por el "punto de contacto", lo cual equivale a formar en él, localmente, una zona de germanio de tipo -p. De esta manera, se forma la unión -p-n.

En un semiconductor, siempre habrá un discreto número de electrones "libres", menor que el de un conductor, responsable de sus propiedades semiconductoras.

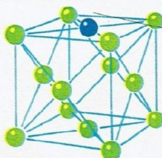
Cuando se libera un electrón queda un "hueco" en el retículo. Entonces, otros electrones van a él y se hace posible un proceso conductor por el que los electrones pasan de un átomo al siguiente.

Las sustancias que se hacen semiconductoras a consecuencia de la energía



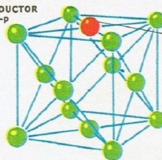
En el cristal de un semiconductor puro (tal como el germanio) cada átomo está fijado en el retículo por cuatro enlaces de valencia, compartidos con los átomos vecinos. Cada enlace se compone de un par de electrones compartidos.





Cuando se introduce en el retículo, como impureza, un átomo de valencia 5, aparece en éste un electrón libre, no enlazado.





Cuando se introduce en el retículo, como impureza, un átomo de valencia 3, se crea un déficit de un electrón, con lo que se forma un hueco positivo.



recibida por los electrones, en forma de calor o de luz, se denominan semiconductores *intrínsecos*. Existen, además, otras clases de semiconductores, como los que se utilizan en los transistores y diodos semiconductores. Estos conductores *impurificados* se producen artificialmente introduciendo pequeñas cantidades de otros materiales en los cristales del semiconductor.

Las sustancias análogas al arsénico, como el fósforo y el antimonio, se componen de átomos con cinco electrones de valencia. En tales condiciones, si se coloca un átomo de arsénico en el retículo de un cristal de germanio, se obtendrá un material con un electrón sobrante o libre, que no se puede unir a la estructura de cuatro átomos adyacentes del germanio.

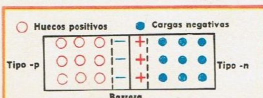
Si se conecta una batería a la pieza del material, ese electrón libre se moverá a través de sus cristales. Dicho material, con la impureza adicional que supone la "valencia cinco", se denomina semiconductor de *tipo -n*, ya que la mayoría de los *portadores* (los electrones libres) son negativos. Por otra parte, en estas sustancias existen, además, algunas cargas trasportadas por electrones liberados por la energía calorífica o luminosa, pero este porcentaje de flujo es mucho más pequeño que el debido a la impureza. Los átomos de la impureza se denominan *donantes*, ya que proporcionan un electrón.

De forma análoga, cuando un átomo de un material como el indio, boro o galio, que tiene tres electrones de valencia, se incorpora a un cristal de germanio, queda un enlace de valencia incompleto y un átomo de la impureza. Por consiguiente, existirá un "hueco" sin llenar en la estructura básica de valencia del material.

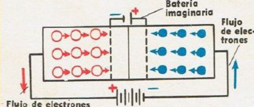
Cuando uno de los electrones libres del sólido se dirige al hueco para completar los enlaces de valencia, el átomo de donde procede queda cargado positivamente debido a la pérdida del electrón negativo, lo que equivale a decir que ha ganado una carga positiva. Esto significa que ha sido creado un "hueco positivo" en el retículo. Si otro electrón libre llena el hueco positivo, el déficit producido por la salida de este electrón crea otro hueco positivo. De esta forma, los huecos se desplazan por el conductor en dirección opuesta a la de los electrones que los crean, es decir, desde el terminal positivo hacia el negativo. Esta clase de material, con la impureza adicional que supone la "valencia tres", se denomina semiconductor de *tipo -p*, ya que la mayoría de los portadores de cargas (los huecos) son positivos.

En este caso, los átomos de impureza reciben el nombre de *aceptadores* o *recibidores*.

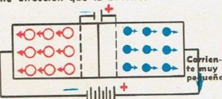
Se debe recordar que aunque existen electrones libres en el material de tipo -n y huecos positivos en el del tipo -p, ambas sustancias permanecen eléctricamente neutras, porque la carga de cada electrón, "libre" o "enlazado", está igualada con una carga positiva que existe en el núcleo atómico del retículo.



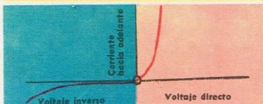
En la unión de un material tipo -p con uno tipo -n se crea una "barrera de potencial" que actúa como una batería, oponiéndose al flujo de electrones a través de la unión.



Cuando la unión está "orientada hacia adelante", los portadores pueden circular por el circuito, ya que el potencial actúa en la misma dirección que la batería.



Cuando la unión está "orientada hacia atrás" (invertida), los portadores no pueden circular fácilmente, ya que la barrera de potencial actúa en contra de la batería.



Efecto de la orientación directa o inversa sobre la conducción en el diodo semiconductor. Cuando el diodo está orientado hacia adelante, un pequeño incremento en el voltaje produce un gran incremento de la corriente. Cuando está orientado hacia atrás, un gran incremento de voltaje produce uno pequeño.

UNIONES p-n

Cuando una pieza de un semiconductor de tipo -p se une a una pieza de tipo -n, es necesario suponer, en principio, que los electrones del tipo -n pasarán inmediatamente a través de la unión de las dos piezas para llenar los huecos vacíos del material tipo -p. Aunque este proceso de reordenación se verifique, sólo durará un tiempo muy corto; se interrumpe porque se va formando una carga positiva sobre el lado tipo -n y otra negativa en el lado tipo -p. Esto se debe a que cuando se trasfiere un electrón procedente del material tipo -n, se deposita una carga negativa en el tipo -p, que anteriormente era neutro, quedando el primero limitado de cargas negativas y, por tanto, cargado positivamente. La creación de estas cargas a ambos lados de la unión equivale a levantar una barrera al flujo.

Cuando se conecta una batería a los extremos de las dos piezas del semiconductor, se modifica el equilibrio de fuerzas en la unión. Los electrones libres de la pieza del tipo -n son repelidos por el cátodo de la batería y, por tanto, se les dirige hacia la unión y atraviesan la barrera; análogamente, los huecos de la pieza del tipo -p son repelidos por el ánodo de la batería, que está cargado positivamente, y por tanto se les dirige hacia la unión y se les fuerza a que atraviesen la barrera.

Cuando se incrementa el *voltaje* de la batería (la tensión eléctrica) se fuerza a un número cada vez mayor de electrones y huecos a que atraviesen la barrera. Cuando el voltaje real de la batería es el suficiente para contrarrestar por completo el efecto de la barrera, el flujo de corriente es muy grande y aumenta rápidamente a medida que se incrementa el voltaje de la batería. Cuando se conecta de esta forma una batería a una unión -p-n, se dice que la conexión está *orientada hacia adelante* (orientación directa).

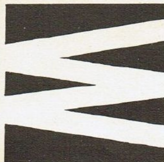
Cuando se invierten las conexiones se dice que la batería está *orientada hacia atrás* (orientación invertida). El efecto de voltaje de la batería actúa ahora en la misma dirección que el efecto de la barrera, y por tanto no hay flujo de corriente. Cuando se incrementa el voltaje de la batería, se produce un pequeño flujo de corriente, ya que siempre se encuentran algunos portadores de cargas con la energía suficiente para superar la barrera de potencial. Esta corriente *inversa* es miles de veces menor que la corriente *directa*, a igualdad de voltaje de la batería.

Un material con unión -p-n se comporta de forma análoga a un diodo termoiónico, ya que éste ofrece un camino conductor relativamente fácil (es decir, como si existiese una pequeña resistencia eléctrica) al flujo de corriente cuando el diodo está orientado hacia adelante, y muy difícil (de forma análoga a lo que ocurre cuando hay una gran resistencia eléctrica) cuando está orientado hacia atrás.

Esta es la causa de que los diodos de semiconductores se utilicen ampliamente en electrónica.

Aparte de ser muy pequeños y compactos aventajan a los diodos termoiónicos en que no necesitan cátodos calentados y, por lo tanto, no tiene que utilizarse en el equipo un circuito de calefacción.

23-10-64
FABRIL



NUEVAS REALIDADES, NUEVOS TÉRMINOS

ELECTROPINTURA DE AUTOMÓVILES

El proceso de pintar un automóvil plantea uno de los mayores problemas con que se enfrentan las grandes empresas fabriles que se dedican a la fabricación de este medio de transporte.

La producción masiva de automóviles a precios asequibles ha sido posible, en gran parte, gracias a la automatización del proceso en las líneas de montaje. Sin embargo, existe un punto débil en estas líneas de producción: la pintura de los automóviles, que en la actualidad, pese a las mejoras parciales introducidas en el proceso, se realiza todavía con la pistola pulverizadora. Ello obliga a utilizar mano de obra abundante y costosa, y, lo que es peor, los resultados no son totalmente satisfactorios desde el punto de vista técnico. A veces, un automóvil de pintura flamante, en apariencia, tiene defectos, que no se advierten en detalles interiores y en otras zonas poco accesibles a la aplicación por pistola. En ellas puede empezar la corrosión de la chapa, que progresa, deteriorando el resto del metal, aunque esté protegido por la pintura.

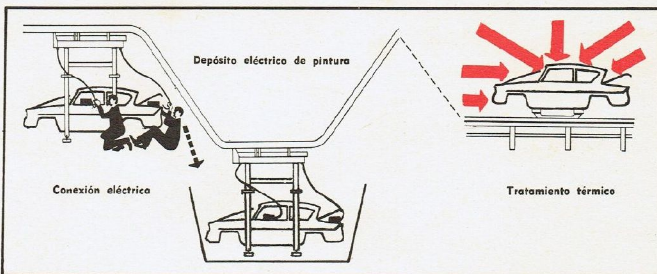
El problema económico y técnico del proceso de pintura ha motivado que algunas importantes fábricas de automóviles hayan dedicado parte de sus investigaciones a resolverlo. La Ford, de los Estados Unidos, ha sido la primera en conseguir un método aplicable industrialmente, el cual se ha empezado a utilizar en la línea de producción de su filial inglesa, para pintar los modelos Anglia y Corsair 1964. El descubridor del método es un químico estadounidense, J. Mc Dougall, empleado de la fábrica Ford de Dearborn (Estados Unidos). El método se basa en dos procesos bien conocidos por los químicos, la **electroforesis** y la **electrodeposición** (electrólisis). El primero es el fenómeno de transporte que se produce en las moléculas (orgánicas, generalmente) que tienen alguna carga eléctrica, cuando son sometidas a la acción de un campo eléctrico; por ejemplo, si en una solución de moléculas con carga negativa se introducen un **ánodo** (polo positivo), y un **cátodo** (polo negativo), las moléculas emigran al ánodo (polo de signo contrario al de las cargas que poseen). La electrólisis es el fenómeno de transporte de iones (átomos o grupos de átomos con carga) que tiene lugar al someterse a un campo eléctrico una solución de moléculas disociables, generalmente inorgánicas. Con esta base, Mc Dougall preparó un baño de pintura especial (una solución acuosa de pigmentos) para sumergir las piezas o carrocería del automóvil, de tal forma que éstas constituían uno de los polos del campo eléctrico, mientras que el otro se aplicaba directamente al baño. Al conectar la corriente, se producía un transporte de pigmentos hacia el polo formado por el automóvil, y allí quedaban depositados. El espesor de la capa de pintura aplicada de esta forma está en función del tiempo de inmersión de la carrocería; para conseguir los efectos apetecidos, bastan uno o dos minutos. Es interesante hacer notar que, a medida que se deposita la pintura, la parte cubierta por ella va perdiendo sus propiedades conductoras de la electricidad y, en consecuencia, la llegada de nuevo pigmento se orienta a aquellas zonas que están menos pintadas. Por lo tanto, en este proceso de **electropintado,** no pueden quedar esquinas o rincones sin pintar.

Es fácil comprender que el nuevo método de pintura resuelve simultáneamente el problema técnico (acabado y protección perfecta), y el económico (proceso rápido y automatizado). La pintura utilizada no es del tipo usual (adviértase que está suspendida en agua) y aunque su composición exacta permanece en secreto, se sabe que está compuesta por una resina alquílica unida a formol y a un pigmento, encontrándose el conjunto en emulsión acuosa.

Los primeros ensayos industriales de este procedimiento se realizaron en Dearborn en 1960-61, pintándose unos cinco millones de ruedas de automóviles. Después, se pintaron las carrocerías de treinta mil Lincolns, y, por último, antes de organizar definitivamente la línea en Inglaterra, se utilizó también en la filial Ford de Alemania.

La investigación en torno al proceso prosigue sin descanso para tratar de perfeccionar el acabado, que no es totalmente satisfactorio.

En la figura adjunta, se puede apreciar, de modo esquemático, el proceso de electropintado. En primer lugar, se verifican las conexiones eléctricas a la carrocería, a continuación se sumerge en el baño de pintura (un minuto), después se realiza un lavado para eliminar partículas superfluas y, por último, se somete la pieza a un tratamiento térmico (180° C), para endurecer suficientemente la pintura.





CORREO DE LECTORES

"¿Podría indicarme alguna pasta para unir metal con vidrio?" A. T. M.

Este problema se presenta con frecuencia y aunque corrientemente se utiliza una masilla, que se puede adquirir con facilidad en el comercio, le indicamos una pasta que da excelentes resultados para reparar tanques o depósitos con armazón de hierro y lados o fondos de cristal, y para reparar las fugas que presenten; naturalmente, resiste al agua.

Litargirio (PbO) .... 260 g.
Solución de glicerina (2 partes de glicerina y una de agua) .... 100 cm³.

Se coloca el litargirio en un mortero y se añade la glicerina, que se diluye poco a poco, a medida que es mezclada. Se mezcla con fuerza durante un corto espacio de tiempo. Se aplica todavía blanda, con una espátula. Dejándola secar



CORREO DE LECTORES

Comunique sus dudas u objeciones a **TECNIRAMA**, a la dirección del distribuidor en su país. No olvide indicarnos cuáles son los temas de lectura que prefiere.

un día adquiere una dureza consistente. Si se desea, se puede pintar a continuación con blanco de plomo o pintura de aluminio.

"...sería oportuno incluir en TECNIRAMA todos los Premios Nobel de ciencias..." M. C.

Correo de lectores de TECNIRAMA procura atender y resolver cuantas sugerencias o problemas se le remiten. El no haber contestado antes a sus preguntas se debe a dos razones; en primer lugar, a unas exigencias de espacio, que desearíamos comprendieran nuestros amables corresponsales, ya que son muchas las cartas recibidas para las escasas líneas de que disponemos en la revista; y en segundo, a que la sugerencia que nos hace (Premios Nobel), la va realizando TECNIRAMA en cada número, ya que la mayoría de los artículos sobre sabios ilustres (científicos famosos), que sistemáticamente aparecen en la revista, se refieren a Premios Nobel de Ciencias. Lo mismo podríamos decirle con respecto a los restantes temas que sugiere, puesto que, como usted comprobará, irán publicándose en números sucesivos.

CARLOS LINNEO Y CARLOS DARWIN

"¿Linneo es inferior en categoría científica a Darwin?" A. F. J. O.

Resulta difícil hacer comparaciones entre sabios de la talla de los dos citados. Sin embargo, no es imposible, si nos fijamos en las repercusiones que los trabajos de uno y otro han tenido en el posterior desarrollo de la ciencia. A este respecto, hemos de reconocer que las conclusiones de Darwin han tenido una enorme importancia en el planteamiento científico de la biología y de la fisiología. El pensamiento de Darwin no sólo resuelve de un modo incontrovertible el problema de cómo evolucionan las especies animales y vegetales, sino que, probablemente, constituirá la base insustituible para el futuro progreso en otros campos biológicos. Ahora bien, a él le fue posible concebir y establecer su brillante síntesis con el apoyo de los progresos biológicos realizados anteriormente, en primer lugar, por Linneo, que precisó los conceptos de ser vivo, de especie animal y de especie vegetal. Linneo, de formación escolástica, no pretendió profundizar en la esencia de la vida (esto es, en cómo se originan y mantienen los procesos vitales), sino que dirigió su atención a la diversidad de los seres vivientes; como taxonomista y sistemático se esforzó en clasificar la diversidad de los vivientes. Para ello, estableció una ordenación de los seres vivos, procurando: 1º) que cualquiera de ellos (animal o vegetal) tuviera un prototipo; 2º) que este prototipo poseyera un lugar definido en un inventario de los distintos tipos de seres vivos (inventario al que denominó sistema natural), y 3º) que este inventario estuviera ordenado de tal modo que, al encontrarse con un ejemplar cualquiera, fuera fácil hallar su prototipo, y decidir, inequívocamente, cuál era la especie a la que pertenecía. Evidentemente, Linneo entiende que la diversidad de los seres vivos es discontinua. Darwin se plantea una problemática genuinamente científica, es decir, pretende explicar la evolución continua de las especies (erróneamente resuelta por los pre-evolucionistas Cuvier y Lamarck) por un encadenamiento **inteligible** de causas y efectos. Desde que apareció su libro **El origen de las especies,** la excepcional cohesión y vigor de su pensamiento ha ido conquistando para su tesis a todos los biólogos del mundo, prácticamente. En la actualidad, la teoría evolucionista, desarrollada, fundamentalmente, por Darwin, pero completada en muchos aspectos por biólogos posteriores, está universalmente admitida.

Y PARA CONCLUIR...

POLÉMICA SOBRE EL TABACO

Los efectos nocivos del tabaco son conocidos desde hace bastante tiempo. A este respecto, hace cien años, en julio de 1864, la Comisión de Agricultura de los Estados Unidos hizo las siguientes observaciones: "El tabaco actúa como sedante, calma el sistema nervioso e invita al reposo; pero cuando se fuma en exceso, produce náuseas, debilidad y, a veces, la muerte. Su principio activo, que se obtiene por destilación o quemando sus hojas, es un veneno mortal. Sus propiedades medicinales son muy dudosas y las opiniones de los médicos sobre este punto son diametralmente opuestas. Sin embargo, no hay duda de que el abuso del tabaco acorta la vida humana".
Como se puede observar, aunque no se hace ninguna alusión directa al cáncer, la opinión sobre el tabaco en aquellos tiempos no era muy halagüeña.

DESCRIPCIÓN DE ANIMALES: AVES DE RAPIÑA

Las **aves de rapiña** están adquiriendo cierta popularidad en Europa, en algunos círculos deportivos, a causa de que la caza por medio de ellas vuelve a estar otra vez de moda. Como se sabe, este tipo de caza, llamado "cetrería", tuvo un gran auge en Europa durante la Edad Media. Las aves que los modernos cetreros crían y adiestran con más frecuencia en Alemania, Francia e Inglaterra, son el **halcón peregrino, el neblí,** el **azor** y el **gavilán.** Los dos primeros son bastante parecidos entre sí, teniendo un tamaño algo mayor que el de una paloma. En contraste con los dos últimos, su vuelo se caracteriza por el rápido movimiento de las alas, que son largas y estrechas. El azor, que tiene el tamaño de una gallina, y el gavilán, que es más pequeño que una paloma, tienen ciertas semejanzas en cuanto a su modo de comportarse. No vuelan batiendo el aire, como los halcones, sino que sus alas son anchas y cortas, y planean con más frecuencia, usando su larga cola para hacer rápidos cambios de dirección. En la Edad Media eran conocidos como "aves veleras", en contraposición con los halcones, a los que se calificaba de "aves remeras".
El halcón se emplea para casi todo género de caza, pero son prácticos, sobre todo para la captura de aves acuáticas, como garzas y patos. Su caída en picada, con las alas cerradas y las garras extendidas, sobre un ave que vuela debajo de él, es impresionante. El choque se efectúa con las uñas de los pulgares, y es tan violento que el ave atacada suele morir en el acto. El halcón deja que su presa caiga al suelo y se posa tranquilamente a su lado. El cazador lleva el ave de rapiña en el puño, cubierta la cabeza con una caperuza, que levanta en el momento de aparecer la posible presa.

FRASE DE LA SEMANA

Lo verdaderamente humilde en quien se cree superior a otro es confesarlo, y si por ello le motejan de soberbio, sobrellevarlo tranquilamente.

PRECIOS DE VENTA (Rigen también para los números atrasados)

ARGENTINA,	Pesos	35.—	ECUADOR,	Sucres	6.—	*HONDURAS,	Lempiras	0,60	PERÚ,	Soles	10.—
*COLOMBIA,	Pesos	3.—	*EL SALVADOR,	Colones	1.—	*MÉXICO,	Pesos	3,50	*PUERTO RICO,	Dólares	0,30
*COSTA RICA,	Colones	2.—	ESPAÑA,	Pesetas	18.—	*NICARAGUA,	Córdobas	2.—	*R. DOMINICANA,	Pesos	0,30
*CHILE,	Escudos	1.—	*GUATEMALA,	Quetzales	0,30	*PANAMÁ,	Balboas	0,30	URUGUAY,	Pesos	4,50
									*VENEZUELA,	Bolívares	1,50

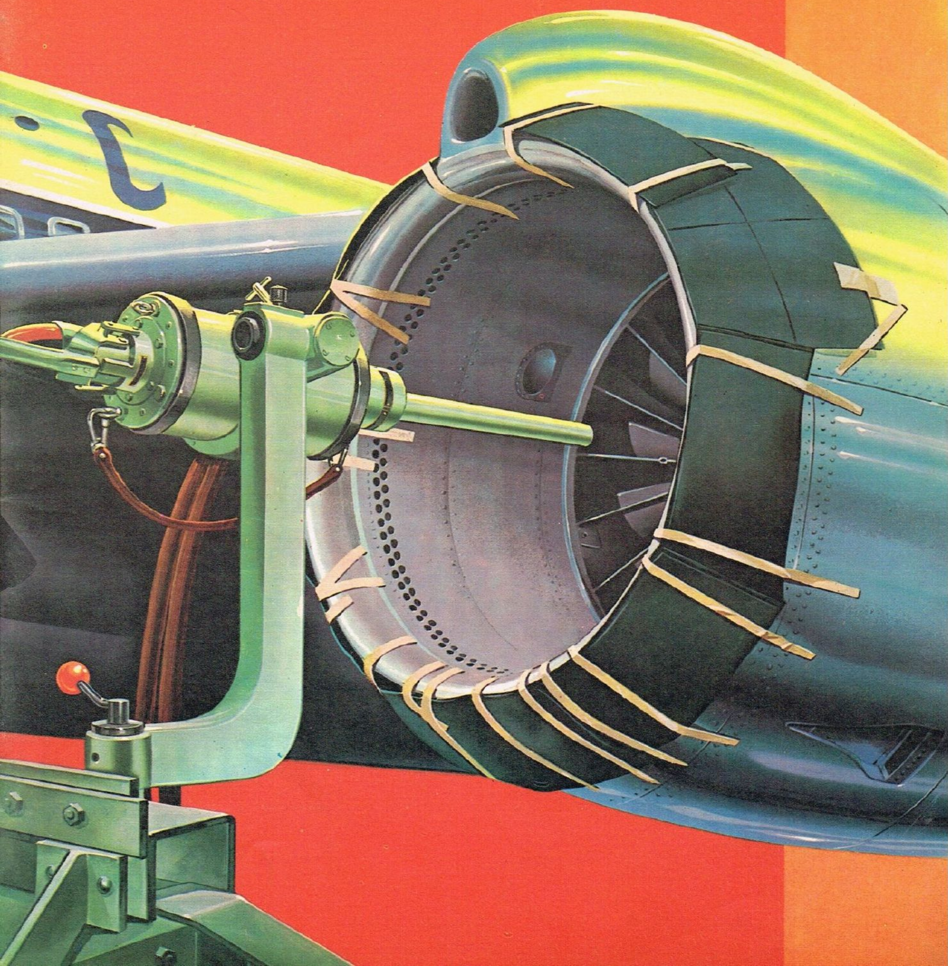
Aparece todas las semanas

* Distribución a partir del 21 de diciembre de 1964.

Nº 63

tecnirama

ENCICLOPEDIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA ®



SUPERVISOR CIENTIFICO DE LA VERSIÓN CASTELLANA:
Jesús MORCILLO RUBIO, doctor en ciencias y catedrático de la Universidad de Madrid.

AUTORES CONSULTADOS SOBRE TEMAS ESPECIALES DE ESTE NÚMERO: **C. S. BARRETT (Univ. Chicago), aplicaciones de los rayos X. W. DAVIES (Grassland Research Station, Gran Bretaña), las gramíneas. J. T. BANCHERO (Univ. Notre Dame), filtración. H. E. TUNNICLIFFE (Gonville College, Cambridge), la pituitaria. M. HERZBERGER (Kodak Research Laboratories), fabricación de lentes. P. MACAR (Univ. Lieja), la acción de los ríos. R. B. LEIGHTON (California Inst. Tech.), vida media de los átomos radiactivos. W. E. SHEWELL-COOPER (Horticultural Educational and Adivisory Bureau. Inglaterra), el mantillo. C. W. THONTHWAITE (Lab. Climatología Centerton. USA), humedad relativa.**

TECNIRAMA ®, Enciclopedia de la ciencia y la técnica de hoy, es una obra sistemática que se publica en forma de semanario encuadernable. Una vez eliminadas las cubiertas de los ejemplares, las páginas interiores numeradas forman un curso progresivo. Dichos fascículos se coleccionan cómodamente en prácticas tapas-libro para trece números cada una, que aparecen trimestralmente e incluyen los índices temáticos y alfabéticos completos del tomo.

Publicada en Argentina por

EDITORIAL CODEX S. A.

BOLIVAR 578 BUENOS AIRES



AÑO II
TOMO V
Nº 63

SUMARIO

Distribuidores, agentes de suscripciones y venta de ediciones anteriores: ARGENTINA: Distribuidora Universal S.R.L., Herrera 513, Buenos Aires. **COLOMBIA:** Distribuidora Tequendama S. A., Carrera 13 Nº 18-38, 3er. Piso, Bogotá. **COSTA RICA:** Carlos Valerín Sáenz y Cía., Apartado 1924, San José. **CHILE:** Publichile S. A., Manuel Rodríguez 866, Santiago. **ECUADOR:** Muñoz Hnos., Bvard. 9 de Octubre 732, Guayaquil. **EL SALVADOR:** Librería Hispanoamérica, Emilio J. Simón y Cía., 1ª calle Oriente y 4ª Avenida Norte, San Salvador. **ESPAÑA:** Distribuidora Europea de Publicaciones (DISEUROPA), Córcega 414, Barcelona. **GUATEMALA:** De La Riva Hnos., 9ª Avenida 10-34, Guatemala. **HONDURAS:** Librería Navarro, Calle Real, Comayagüela D.C. **MÉXICO:** Distribuidora Publex S.A. (DISPUBLEX), Dir. responsable: Marcial Frigolet Lerma, Bolívar 154, México, D.F. **NICARAGUA:** Ramiro Ramírez Valdez, Avda. Bolívar Sur 302 A, Managua. **PANAMÁ:** José Menéndez, Apartado 2052, Panamá. **PERÚ:** Distribuidora Limac S. A., Avda. Bolivia 154, Lima. **PUERTO RICO:** Matías Photo Shop, Fortaleza 200, San Juan. **REPÚBLICA DOMINICANA:** Librería Dominicana, Mercedes 49, Santo Domingo. **URUGUAY:** Distribuidora Paysandú S. A., Ing. Luis P. Ponce 1432, Montevideo. **VENEZUELA:** Distribuidora Guaicaipuro C. A., Principal a Santa Capilla 4, Caracas - Distribuidora Continental S. A., Ferrenquín a La Cruz 178, Caracas.

TEMA DE LA CUBIERTA:

FOTOGRAFIA CON RAYOS X. — Mediante rayos X se comprueba la calidad del metal utilizado en la entrada de aire de un motor de avión.

Correo Argentino Central B — TARIFA REDUCIDA — CONCESIÓN Nº 7271

Imprimió Cía. Fabril Financiera Iriarte 2035, Bs. As., Argentina



NOTICIAS DE HOY

El vidrio orgánico. — Se ha puesto a la venta, en el mercado estadounidense, un "vidrio" denominado "Orma 1000", que se distingue del ordinario por su capacidad de resistir fuertes golpes sin rotura. Presenta también una facilidad de moldeo superior al vidrio normal de silicatos, y puede colorearse de una manera sencilla. Resulta que este nuevo "vidrio" no es inorgánico, como el que estamos acostumbrados a ver en nuestras casas, sino que está fabricado a partir de un material orgánico, al carbonato de dialil-glucol que, con ayuda de catalizadores especiales, como el carbonato de isopropilo en lentejas, se polimeriza en un corto plazo de tiempo (unas horas) a temperaturas de unos 100°C.

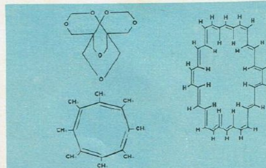
Sueño eléctrico. — Según Pavlov, el sueño se produce por una inhibición de la actividad de la corteza cerebral. Si se padece insomnio se puede remediar provocando esta inhibición. Se logra esto por medio del sueño eléctrico. De un generador especial parten tres terminales, que se unen a los ojos y a la espalda del paciente. Durante unos sesenta minutos se produce una serie de impulsos que el paciente recibe, y que ocasionan la inhibición de la corteza cerebral. Después de tratamientos repetidos se logra crear un acto reflejo, o sea, una determinada relación con el sueño. Si se sigue con constancia esta terapia, se logran casi siempre resultados positivos. El sueño producido tiene las características de un sueño profundo. El método falla solamente cuando la enfermedad se debe a una lesión orgánica no relacionada con la inhibición de la corteza cerebral.

Lo que dice una tela de araña. — La medicina legal está beneficiándose con el descubrimiento de un especialista en la vida y costumbres de las arañas, de la Universidad de Tubingen (Alemania). El naturalista observó que las arañas cambian el diseño y disposición de sus finas telas cuando se les administran ciertas drogas. Incluso, parece que para cada droga adquieren una manera distinta de disponer la tela. Administrando a sus arañas cafeína, estricnina, arsénico, etc., obtuvo cada vez dibujos diferentes y característicos. Algunos médicos toxicólogos están aprovechando esta peculiaridad, en aquellos casos en que es difícil determinar la presencia de sustancias tóxicas en el cuerpo humano. Basta con hacer absorber a la araña una pequeñísima dosis del suero sanguíneo humano que se desea investigar. En seguida, observando el diseño de la tela construida por la araña empleada en la prueba, determinan la naturaleza del veneno contenido en la sangre.

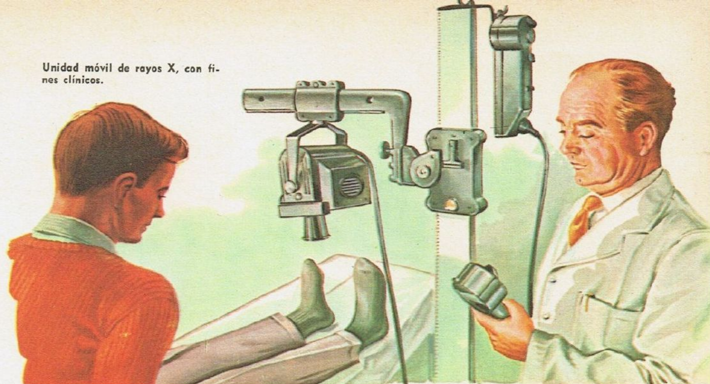


NOTICIAS DE MAÑANA

Fórmulas curiosas. — La evolución de las fórmulas químicas continúa, y cada día se descubren nuevas fórmulas sorprendentes que impulsan la investigación de otras estructuras. Las fórmulas del tipo del benceno produjeron un impacto en la química de su tiempo. Las fórmulas que presentamos en esta noticia han producido un impacto en la química actual. Complicadas estructuras, que nos indican que no es posible imaginar adónde llegará la complejidad de las que se descubran el día de mañana.
La primera estructura representada es la de un éster de un hidrato de carbono, y se ha descrito hace muy poco.
La segunda es un octametil ciclooctatetraeno. Y la tercera, que parece un panal, es la más complicada. Se trata de una poliolefina cíclica, que se ha obtenido usando catalizadores de paladio, parcialmente envenenados.



Unidad móvil de rayos X, con fines clínicos.



APLICACIONES DE LOS RAYOS X

Los rayos X tienen dos aplicaciones importantes en medicina. Las radiografías representan un valioso elemento en el diagnóstico de enfermedades, y su obtención es posible gracias al poder de penetración de los rayos X a través de las sustancias opacas a la luz visible. Por otra parte, ciertas anormalidades, tales como neoformaciones y tumores, se pueden hacer desaparecer, sometiéndolas a la radiación X.

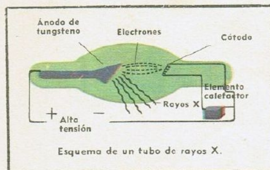
La utilidad de los rayos X traspasa, sin embargo, el campo de la medicina. También se utilizan radiografías para diagnosticar fisuras y otros defectos estructurales en todo tipo de material. La técnica fotográfica puede extenderse al examen de objetos microscópicos; en este caso, los rayos X no se limitan a penetrar el sólido, sino que sufren otros fenómenos, tales como los de dispersión y difracción por los átomos que forman el sólido. Las figuras de difracción que se producen permiten a los expertos obtener una representación de la disposición interior de los átomos en el sólido.

Los rayos X, de hecho, pueden aniquilar organismos vivientes, ya que ionizan (arrancan electrones) algunos de los átomos que entran a formar parte del tejido, con lo que producen ciertos cambios químicos de fatales consecuencias. Los rayos X pueden utilizarse en este sentido para destruir bacterias y para combatir plagas de insectos.

Las técnicas y aplicaciones de los rayos X se han desarrollado rápidamente desde que Guillermo Conrado von Roentgen, trabajando sobre descargas a través de gases, en 1895, descubrió que cierta radiación invisible, procedente de su tubo de descarga, podía pasar a través de papel negro y era detectada, incluso, al otro lado de una puerta. Roentgen ignoraba la naturaleza de dichos rayos, y por ello les dio el nombre de rayos X. Los especialistas observaron en seguida que los rayos X, del mismo modo que la luz y las ondas de la radio, eran de carácter ondulatorio, y que se propagaban además en línea recta, con la velocidad de la luz. La longitud de onda de los rayos X es, sin embargo, mucho más corta que la de la luz visible. Como es sabido, cuanto menor es la longitud de onda de una radiación, mayor energía le corresponde, lo que hace comprensible el hecho de que los rayos X tengan un poder de penetración mayor que la luz visible. Experimentando sobre el efecto de la corriente eléctrica a través de gases a baja presión, Roentgen observó la aparición de descargas gaseosas (flujo de corriente eléctrica a través de un gas). En condiciones adecuadas, el gas, además, emitía luz. A determinadas presiones, y aplicando altos voltajes, apareció una nueva e inexplicable radiación. La corriente eléctrica que fluía entre ambos electrones, al chocar con el ánodo metálico, dio lugar a emisión de rayos X. Hasta que no se produjeron posteriores descubrimientos en física atómica no fue posible explicar este fenómeno. Ahora se sabe que los electrones, en las descargas a través de gases, originan violentas perturbaciones en la distribución de los electrones de las capas más internas de los átomos del metal que constituye el ánodo. La emisión de los rayos X tiene lugar cuando los electrones perturbados vuelven a su estado normal (no excitado).

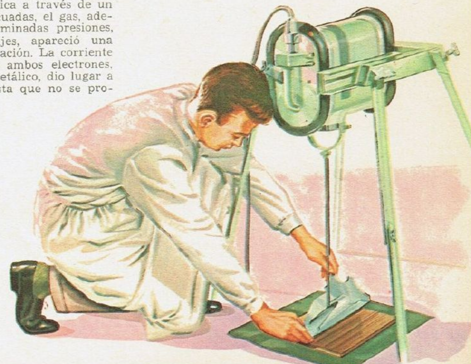
La mayoría de los modernos tubos de rayos X poseen un vacío elevado. Su principio de operación es exactamente el mismo que en el tubo originario de Roentgen. Un haz de electrones es acelerado, a través del espacio, mediante una gran diferencia de potencial. El haz de electrones, al chocar con el ánodo (una pieza de tungsteno de forma especial), provoca la emisión de un estrecho haz de rayos X, los cuales se propagan, aproximadamente, en la misma dirección.

Las inmensas posibilidades que ofrecían los



Esquema de un tubo de rayos X.

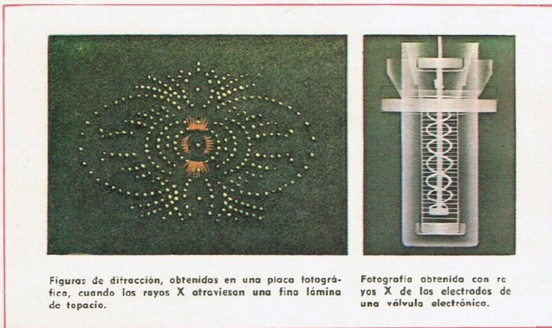
Aparato que produce rayos X duros capaces de penetrar planchas de acero de 5 cm. de espesor. El operario se dispone a obtener una radiografía, para comprobar la calidad de la pieza metálica.





Guillermo Conrado von Roentgen, descubridor de los rayos X.

rayos X fueron comprendidas inmediatamente después de su descubrimiento. Sus aplicaciones, en medicina, tuvieron repercusión pública, ya que las radiografías localizaban fracturas, o detectaban la situación de objetos metálicos en el interior del cuerpo humano.



Figuras de difracción, obtenidas en una placa fotográfica, cuando los rayos X atraviesan una fina lámina de topacio.

Fotografía obtenida con rayos X de los electrodos de una válvula electrónica.

Para obtener una radiografía, basta interponer el objeto que va a ser fotografiado entre una fuente de rayos X y un tipo especial de película fotográfica. Los rayos X, al atravesar el objeto, son absorbidos en mayor grado por unas partes —los huesos, si se trata de una persona— que por otras —la carne, en nuestro caso—. De este modo, al alcanzar la película fotográfica, los rayos que han atravesado la carne producen un ennegrecimiento mayor que los que hayan pasado a través de los huesos. Hoy día, para obtener una radiografía, se utilizan métodos más complejos, pues en la actualidad se desea detectarlos visualmente. Una forma de conseguirlo es sustituir la película fotográfica por una pantalla fluorescente, la cual tiene la particularidad de brillar cuando los rayos X la alcanzan, de forma que aquellas partes que reciben una mayor intensidad de radiación X aparezcan, consecuentemente, más brillantes. De este modo, en una habitación oscura pueden verse realmente los efectos de los rayos X o, si se desea, fotografiarlos con una película fotográfica ordinaria.

Alternativamente, la imagen puede hacerse más o menos grande, haciendo pasar la luz procedente de la pantalla a través de lentes, y reflejándola convenientemente con espejos. También puede hacerse más brillante, pasándola a través de un *convertidor de imagen*, aparato que trasforma la luz visible en un haz de electrones, que, acelerado mediante un campo eléctrico, consigue que la imagen sea más brillante porque dicho haz, al estrecharse, se hace más denso.

Las técnicas modernas hacen posible que la imagen pueda ser vista a la luz del día, o en circuitos de televisión.

En la industria, la fotografía de rayos X se utiliza principalmente para detectar defectos internos estructurales. Burbujas atrapadas en las piezas de fundición, las cuales hacen que el metal sea intrínsecamente más débil, pueden ser detectadas como manchas o prolongaciones. Del mismo modo, se detectan también grietas en materiales de todo tipo. Aquellas piezas de aeroplanos y submarinos que han de sufrir mayores esfuerzos mecánicos, son sometidas, regularmente, a minuciosos exámenes con rayos X.

Las soldaduras pueden también ser inspeccionadas de este modo, y cualquier defecto que tengan se detecta como una línea oscura, ya que permite pasar a su través una mayor intensidad de radiación X.

Cuanto más corta es la longitud de onda de los rayos X, mayor es su capacidad de penetración. Los rayos X utilizados en algunos tipos de radiografías son denominados duros (de corta longitud de onda). Los blandos (de longitud de onda más larga) se utilizan para estudiar objetos más delicados, que podrían resultar dañados por una radiación más dura.

Las telas de los pintores clásicos han de ser estudiadas con rayos X muy blandos, ya que ellos utilizaban en sus pinturas, invariablemente, pigmentos de origen mineral, los cuales son más opacos a los rayos X que los utilizados por los pintores modernos. La radiografía de una tela capacita a los especialistas para decidir cuándo es auténtica o no, si ha sido recientemente restaurada, así como la determinación de las fechas relativas de las distintas partes del cuadro.

Los rayos X blandos se producen en un tubo de rayos X, en el que, entre ambos electrodos, existe una diferencia de potencial relativamente pequeña (10.000 a 20.000 voltios, en lugar de los 50.000-100.000 voltios utilizados en las radiografías médicas). Rayos X mucho más duros pueden ser generados utilizando voltajes más elevados, pero sólo son usados con propósitos muy especiales. Además de su característica de ser blandos o duros, tienen otro factor importante, que es su intensidad.

Con respecto a la radiación, los seres humanos tienen un límite de tolerancia. Una radiación muy intensa requiere una corta exposición, mientras que, por el contrario, los tejidos humanos pueden ser sometidos a una radiación de pequeña intensidad durante períodos más largos, sin que sufran ningún daño.

El peligro de los rayos X reside en el efecto pernicioso que ocasionan a los tejidos vivos. Los rayos X pueden provocar cambios químicos en las moléculas que componen los tejidos humanos, que en ciertos casos son suficientes para su destrucción. Este hecho no fue observado por los primeros investigadores que trabajaron en este campo, los cuales sufrieron dermatitis y otras enfermedades de la piel, como resultado de una excesiva exposición.

Los rayos X pueden destruir neoformaciones y tumores, siempre que sean utilizados con extrema precaución, para no lesionar las partes sanas del cuerpo humano.

Los efectos letales de los rayos X se deben a su acción química, ya que tienen el suficiente poder para alterar la estructura de los átomos y moléculas que constituyen los tejidos vivos. El ennegrecimiento de la película fotográfica es también debido a las modificaciones químicas que provocan, al convertir el bromuro de plata de la emulsión fotográfica en átomos de plata metálica y bromo. Asimismo, los rayos X destruyen las sustancias orgánicas presentes en el agua, por lo que pueden utilizarse para purificarla.

DIFRACCIÓN DE RAYOS X

La longitud de onda de los rayos X blandos es del orden de unos cuantos Ångstrom (un Ångstrom es la diezmillonésima parte de un milímetro). La distancia entre los átomos de una sustancia sólida es, aproximadamente, de la misma magnitud, y se encuentran, en general, dispuestos ordenadamente, formando una estructura cristalina. Los átomos de esta red cristalina difractan a los rayos X, lo que es causa de que los rayos difractados interfieran unos a otros.

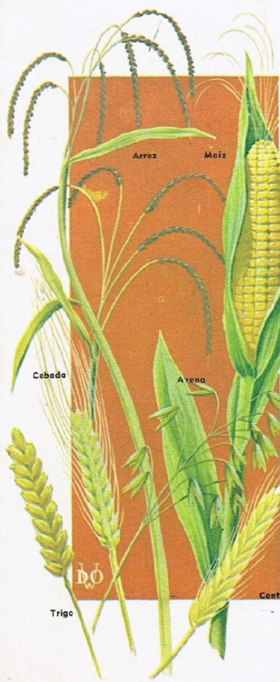
Los rayos X son ondas, es decir, una sucesión de máximos y mínimos; o, dicho de otro modo, de crestas y valles. Cuando la cresta de un rayo difractado por uno de los átomos se encuentra con la cresta de un rayo difractado por otro, la intensidad del rayo resultante se refuerza, dando como resultado una mancha más brillante sobre la pantalla detectora. Cuando la cresta de uno de los rayos coincide con un valle de otro rayo, las intensidades de ambos se compensan y la intensidad resultante es nula. Estos efectos se producen porque la longitud de onda de los rayos X tiene, aproximadamente, la misma longitud que la distancia entre los átomos de la red cristalina.

Cuando se fotografían los rayos difractados, en la película aparecen manchas oscuras, que corresponden a las posiciones donde las intensidades de los rayos se han reforzado. Las figuras de difracción obtenidas varían con la naturaleza del sólido sometido a investigación. Pueden consistir en una disposición rectilínea de manchas, o en una serie de anillos concéntricos, dependiendo de la forma en que se ha tomado la fotografía. Cada tipo diferente de estructura cristalina da lugar a sus propias figuras de difracción, y aunque ellas son muy complicadas, los científicos pueden analizarlas, con el objeto de identificar minerales y de determinar la disposición de los átomos que forman la estructura cristalina. Todo nuestro conocimiento de la estructura de los sólidos se ha conseguido, prácticamente, basándonos en estudios sobre difracción de rayos X.

LAS GRAMÍNEAS

A pesar de que el techado con carrizo se utiliza cada vez menos, hay siempre demanda de estas cañas ("Phragmites") que proceden de las orillas de los cauces de agua o de los pantanos. Una buena techumbre de este tipo puede durar 50 años.

Los términos científicos *gramínea* o *graminácea* se aplican a un gran número de plantas que suelen recibir, en general y en sentido amplio, el nombre de "hierbas". Este grupo de plantas es, probablemente, el más importante de todos, en lo que se refiere a su utilidad para el hombre. Entre las gramíneas se incluyen también todos los cereales, como el trigo, el centeno, la cebada, la avena, el arroz y el maíz, los cuales se han desarrollado a partir de hierbas o gramíneas salvajes, algunas de las cuales crecen todavía en el Oriente Medio. También son gramíneas la caña de azúcar y el bambú, cuyos tallos, que pueden alcanzar (en el bambú) más de cuarenta metros de altura, constituyen materiales de gran utilidad en los países tropicales. Sin embargo, la mayoría de las gramíneas son plantas herbáceas, es decir, no leñosas, y de tamaño más bien pequeño. Se encuentran en todas las partes del mundo y forman la base alimenticia de los numerosos mamíferos que "pastan".



Una característica importante de las gramíneas es la producción de numerosos brotes laterales, a partir de la base de los ya crecidos. Tanto el pastoreo como la siega estimulan esta producción de brotes laterales o renuevos y también estolones y rizomas. Sin este mecanismo, las gramíneas serían incapaces de resistir el pastoreo continuo. De la base de los brotes surgen, también, raíces fibrosas; de esta forma, puede reproducirse rápidamente un "césped" denso. Debido a ello, las gramíneas son plantas de gran utilidad para la sujeción del suelo y para contener la erosión en los terraplenes y tierras recién removidas, así como para la estabilización de las dunas.

Algunas gramíneas tienen ciclos vitales cortos y son *anuales* (ejemplo: los cereales). Otras viven dos o más años (ejemplo: las distintas variedades de "ray-grass"). En el primer año, los brotes, normalmente, son cortos, y no producen más que órganos vegetativos (tallos, hojas, raíces). Llega un momento, sin embargo, en que crecen en altura, dando las *inflorescencias* (espiguillas). Los tallos, generalmente, son huecos, excepto en el lugar en que se insertan las hojas, o *nudo*. Las hojas son de forma alargada y no tienen peciolos diferenciados. Sus nervaduras son paralelas y salientes, y la parte baja de la hoja envuelve el tallo, formando la *vaina*. En el punto de unión entre la hoja y la vaina, existe una especie de lengüeta o collar, llamada *lígula*, cuyas distintas formas tienen un cierto valor en la determinación de las especies de gramíneas, que es bastante difícil cuando éstas se encuentran en estado vegetativo, es decir, antes de la producción de espigas.

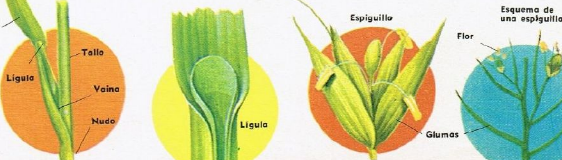
Las flores se forman en *espiguillas*, o sea, pequeñas ramas completamente cubiertas por escamas verdosas, a las que se conoce con el nombre de *glumas*. En el interior de las glumas existen otras escamas más pequeñas, que recubren las flores y reciben el nombre de *glumillas*. Puede haber una o más flores en una sola espiguilla, según las especies. Cuando las flores están completamente formadas, las glumas y las glumillas se entreabren, dejando expuestos al aire los estambres, que son largos y penden de forma tal que, al ser agitados por el viento, dejan caer el polen, que es trasportado por aquél. El estigma es bifurcado y plumoso, y su gran superficie le confiere la propiedad de atrapar el polen producido por las plantas de su especie.

Las semillas contienen una gran cantidad de hidratos de carbono y de vitaminas. Muchas gramíneas cultivadas, como el trigo, el maíz y el arroz, producen granos, los cuales forman la base de la alimentación de la mayoría de los pueblos de la Tierra.

La reproducción vegetativa es muy importante en las gramíneas y para muchas de ellas es el medio normal por el que colonizan el terreno que las rodea. Muchas gramíneas no se limitan a la producción de renuevos verticales, sino que dan lugar también a tallos rastreros horizontales (subterráneos o superficiales), los cuales engendran hojas y raíces en ciertos puntos.

Los tallos subterráneos o *rizomas* de la grama determinan que esta hierba sea muy difícil de erradicar. Otras gramíneas se multiplican vegetativamente por medio de tallos laterales, que corren por la superficie del suelo *(estolones)*. Este tipo de multiplicación asegura también la rápida invasión de nuevas áreas de terreno.

La base de la hoja de las gramíneas envuelve al tallo. En la parte superior de esta envuelta, llamada "vaina", existe un reborde: la "lígula". Su forma varía según las especies. Las flores están situadas en espiguillas, cada una de las cuales contiene una o más flores (el esquema se muestra a la derecha).



FILTRACIÓN

Cuando se trabaja en química, es muy frecuente tener que separar un sólido del líquido donde está suspendido.

Para encontrar, por ejemplo, la cantidad de sulfato que hay en una muestra, es necesario precipitarlo en forma de sulfato de bario, y separar posteriormente este precipitado. Del mismo modo, en el proceso Solvay para la obtención de carbonato sódico, es necesario separar el bicarbonato de sodio de la solución de cloruro amónico. Aunque los dos procesos se verifican a escala distinta (laboratorio e industrial, respectivamente), en ambos casos el sólido ha de separarse del líquido por *filtración*.

Cuando se hace pasar una suspensión a través de un filtro, queda retenida en él la mayoría de las partículas sólidas suspendidas, por lo que es posible recoger el sólido ya separado. Al líquido claro que pasa a través del filtro se le denomina *filtrado*.

Actualmente hay una gran variedad de filtros. La elección del tipo de filtro adecuado para una determinada operación depende del tamaño de las partículas sólidas que es necesario separar, y las propiedades químicas de la suspensión que ha de ser filtrada. Evidentemente, el material con el que el filtro o el soporte del filtro estén fabricados no debe reaccionar químicamente con el líquido que ha de ser filtrado. Los tipos de filtro comúnmente empleados utilizan, como elemento filtrante, diversos tipos de papel o tejido, y, en otras ocasiones, se usa también cerámica porosa.

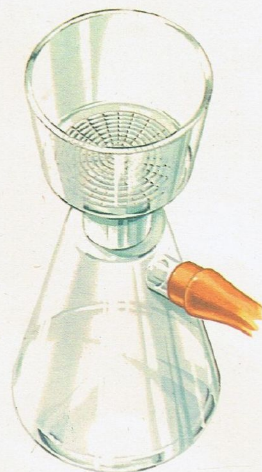
En el laboratorio, las suspensiones se filtran, por lo general, a través de papel especialmente preparado, que tiene aspecto de papel secante. El papel de filtro se vende ya en discos circulares, que al doblarse adecuadamente se ajustan a los embudos (véase ilustración). Al filtrar una suspensión a través de uno de estos embudos, debe añadirse el líquido en pequeñas cantidades, de forma que su nivel no sobrepase el límite del papel. La suspensión ha de ser vertida en el centro del filtro, a ser posible, dejándola escurrir por una varilla. De este modo, se evitan salpicaduras, y la consiguiente pérdida de producto. Si se pretende que el sólido obtenido esté lo más libre posible de impurezas, o si todas las sustancias que van disueltas en el filtrado han de ser recuperadas, se lava repetidamente con disolvente puro el producto que queda en el filtro.

Ciertos tipos de partículas en suspensión tienden a obturar los poros del filtro, disminuyendo, por consiguiente, la velocidad de filtración. Esto ocurre, particularmente, al filtrar suspensiones con alta concentración de sólido. La velocidad del proceso de filtración puede incrementarse aumentando la superficie filtrante o haciendo vacío al otro lado del filtro. El *Buchner*, aparato de filtración utilizado en los laboratorios, cumple estos requisitos. Como puede verse en la ilustración, el Buchner consta de un embudo cilíndrico, cuya base inferior está perforada, y se ajusta perfectamente al cuello de un matraz cónico, en cuyo interior se hace el vacío. Cada vez que se lleva a cabo una filtración, ha de colocarse un disco de papel sobre la plataforma perforada del embudo.

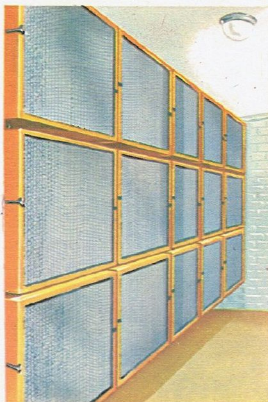
El papel de filtro se fabrica en diversas calidades, para adaptarse a las distintas exigencias de las suspensiones que han de ser filtradas. Hay casos en los que no puede utilizarse ningún tipo de papel de filtro porque el líquido de la suspensión reaccionaría con él. Entonces se usan unas hebras de lana de vidrio, o de fibra de asbesto, enrolladas, que se colocan en el vértice de un embudo de vidrio adecuado.

En el laboratorio, las suspensiones que se suelen filtrar son, normalmente, de poco volumen y, en muchos casos, pueden filtrarse de una sola vez, a través de un simple papel de filtro. Cuando todo el líquido ha pasado, se recoge el residuo sólido depositado en el filtro. En el laboratorio, las filtraciones casi siempre se llevan a cabo de modo discontinuo.

En la industria, se utilizan unos equipos de filtración, que operan continuamente, y otros que llevan a cabo operaciones por separado como en el laboratorio. Si el líquido que va a ser filtrado contiene sólo una pequeña porción



Para acelerar la filtración de suspensiones en el laboratorio, el filtrado se hace pasar a través de un embudo Buchner, haciendo el vacío en su parte inferior.



(A la derecha) Sistema de filtros de aire de gran eficacia, utilizados en la separación de trazas de material radiactivo del aire de fábricas y centrales nucleares en las que se manejan radioisótopos.



Cómo se pliega un disco de papel de filtro.



En el laboratorio, muchas suspensiones pueden ser filtradas satisfactoriamente, a través de un cono de papel de filtro adaptado a un embudo.

de sólidos suspendidos, probablemente es más económico filtrarlo en operaciones sucesivas. Si se requiere una salida de líquido continua, se disponen dos filtros en paralelo, de forma que en uno pueda interrumpirse la operación, para recuperar el precipitado, mientras que el otro sigue su proceso de filtración.

Si la cantidad de sólido suspendida en el líquido es muy grande, o si sólo interesa el sólido, se utiliza un filtro continuo que puede resultar más económico, porque así se reducen los costos laborales necesarios para desmontar y limpiar el filtro que se usa en un proceso discontinuo.

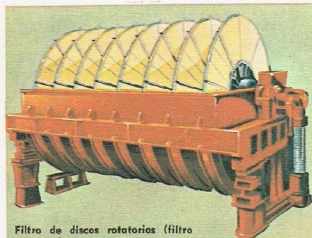
El tipo de filtro más vulgar en la industria es el *filtro prensa*, que está formado por una serie alternada de placas y bastidores, sujetas por una pareja de rieles. Entre cada bastidor y cada placa va una pieza de tejido adecuado que actúa de superficie filtrante. Se hace entrar la suspensión por unos agujeros practicados en los bastidores, y el sólido queda recogido en las telas que hacen de filtro, mientras el líquido las atraviesa y pasa a las placas donde están situados los orificios de salida. Este aparato tiene la ventaja de que se puede aumentar el número de placas y de filtros de la prensa, para obtener una mayor cantidad de precipitado. La caída de presión a través del aparato es, por otra parte, mínima, ya que la superficie filtrante es muy grande.

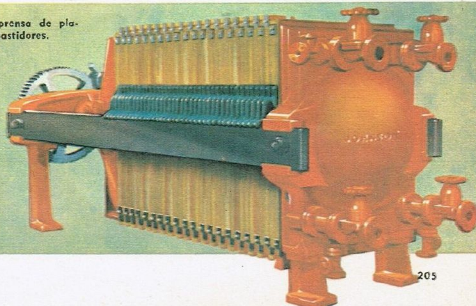
Existen en el mercado otros modelos de filtros más complicados. La mayoría de ellos consta de un cierto número de piezas de tela, ya sean planas o en forma de sacos, sujetos a una estructura metálica. El conjunto se sumerge en un baño, que contiene la suspensión, haciéndose a la vez el vacío en el dispositivo para que pase el líquido; el precipitado se deposita en la parte exterior de los bastidores.

La mayoría de los *filtros continuos* consta de una serie de discos huecos, cubiertos con tejido filtrante, que van parcialmente inmersos en un baño, que contiene la solución que va a ser filtrada (véase ilustración). Después de hacer el vacío en la parte inferior de los discos, se les hace girar lentamente. Mientras éstos están sumergidos, se deposita sobre ellos una fina capa de sólido. A medida que la parte sumergida va saliendo de la suspensión, se lava el depósito obtenido, para separar el material soluble que eventualmente acompañe al precipitado. Después se seca el precipitado soplando aire a través de él e, inmediatamente antes de que vuelva a entrar en el baño, se separa mediante espátulas situadas convenientemente. Siempre se suele dejar una fina capa del precipitado sobre cada disco, ya que constituye un excelente lecho para recoger una nueva remesa de sólido en la siguiente revolución.

Hay tipos especiales de filtros diseñados para fines muy particulares. Así, por ejemplo, los que separan carbón y otros sólidos del aceite lubricante de un motor de automóvil. En este caso, el problema que se plantea es el de conseguir una gran superficie filtrante en un espacio reducido.

Un equipo de filtración de tipo muy distinto es el que se utiliza para separar partículas de polvo del aire, u otros gases. En el proceso de fabricación del ácido sulfúrico por el método de contacto, deben tomarse grandes precauciones para evitar partículas de polvo, ya que éstas envenenan el catalizador. La filtración de aire es particularmente importante en las fábricas y centrales donde se utilizan materiales radiactivos, ya que los filtros empleados han de separar eficazmente (en un porcentaje inferior al 99,9 %) el polvo, posiblemente contaminado.


Filtro de discos rotatorios (filtro continuo).

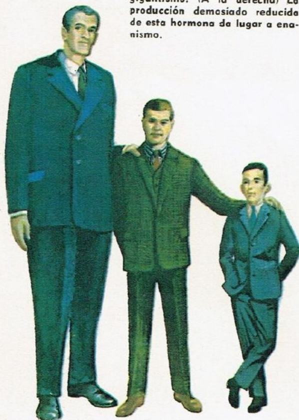

Filtro prensa de placas y bastidores.

LA PITUITARIA, glándula clave

La pituitaria es una glándula pequeña, de forma ovoide, que tiene poco más de un centímetro de largo y algo menos de un centímetro de ancho en el hombre. Pesa alrededor de medio gramo. Sin embargo, los efectos de las numerosas hormonas que produce son tan variados e importantes que puede considerársele como la glándula clave o rectora del organismo.

Sus hormonas afectan al crecimiento y al metabolismo (conjunto de las reacciones del organismo), y especialmente a las reacciones de las proteínas, de las grasas y de los hidratos de carbono; controlan las pérdidas de agua y de sal por el riñón, las glándulas sexuales, la tiroides y las cápsulas suprarrenales, y producen efectos sobre los músculos lisos de las paredes de los vasos sanguíneos. Otro efecto importante es el de estimular los músculos de las paredes del útero durante el proceso del parto.

(A la izquierda) En el niño, la producción excesiva de hormonas del crecimiento produce el gigantismo. (A la derecha) La producción demasiado reducida de esta hormona da lugar a enanismo.



Sin embargo, hay que subrayar que la pituitaria no es realmente la glándula clave de todo el organismo, como podría deducirse de la descripción anterior. Algunas glándulas endocrinas no están bajo su control, y su influencia sobre otras se limita a regular la intensidad con que éstas producen sus propias hormonas. La extirpación de la pituitaria no les impide seguir segregando hormonas. Hay que señalar, también, que la misma pituitaria está gobernada por otras glándulas endocrinas. Por ejemplo, el ritmo a que produce la hormona que actúa sobre la glándula tiroides (la llamada hormona *tirotrópica*) varía de acuerdo con el ritmo a que la propia glándula tiroides funciona. Por lo tanto, cuando la glándula tiroides secreta menos hormona de la debida, la pituitaria produce más hormona tirotrópica y, así, acelera la producción de hormona por la otra glándula. Esta relación recíproca entre la pituitaria y otros órganos es característica de muchos procesos orgánicos. De esta manera, se mantienen estados de concentración o funcionamiento a un ritmo constante.

La pituitaria ya era conocida por Galeno, 200 años después de Cristo, pero se tenían ideas erróneas acerca de su función. En el siglo XVI, Vesalio decía que ésta era segregar una sustancia por la nariz. Hasta las postrimerías del siglo XIX, no se descubrieron sus verdaderas propiedades; en los últimos 50 años se han hecho rápidos avances en el conocimiento de esta glándula y de sus efectos. Uno de los primeros descubrimientos fue el realizado en 1886 por Pierre-Marie, quien describió la *acromegalia* y el *gigantismo*, producidos por una actividad exagerada e hipertrofia de la pituitaria. En los niños, este estado produce un crecimiento continuo del esqueleto, dando lugar a gigantes. Si este trastorno ocurre después de que los huesos largos hayan detenido su crecimiento, se produce la acromegalia. Los huesos se hacen mucho más gruesos, las manos y los pies más anchos, el mentón saliente y la piel se vuelve áspera. Pueden producirse, además, anormalidades de la glándula tiroides, del páncreas y de las glándulas sexuales.

ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA

La pituitaria está suspendida de la parte inferior del cerebro por un tallo fino, colocado justamente debajo del punto en que se cruzan las fibras de los nervios ópticos (*quiasma óptico*). Tiene un color gris rojizo, y está delimitada en parte por la base del cerebro, y en parte por el paladar. La pituitaria puede dividirse en dos lóbulos principales: el *anterior* y el *posterior*, y subdividirse en una *zona distal* o lóbulo anterior, *zona túberal, zona interlobular* y *zona posterior* o lóbulo posterior.

La parte anterior de la pituitaria es tan distinta del resto de la glándula que conviene considerarla separadamente. Todas las hormonas que produce son proteínas. Entre todas las zonas, es probablemente la que influye en las células del cuerpo. Se pueden dividir en dos grupos principales (1): las que producen un efecto sobre el *crecimiento* y el *metabolismo;* (2): las que actúan sobre las *cápsulas suprarrenales* y las *gónadas*.

Se ha aislado una hormona del *crecimiento*, que desempeña un papel fundamental en el crecimiento normal del organismo. El exceso de producción de la hormona, por anormalidad de la pituitaria, produce gigantismo y acromegalia. La pérdida de actividad de la parte anterior de la pituitaria en los mamíferos jóvenes da lugar a enanos. Por el contrario, la inyección de dosis exageradas de la hormona del crecimiento produce gigantes.

La hormona del crecimiento afecta también a las glándulas del aparato digestivo que producen los enzimas de la digestión. Se opone a algunas de las actividades de las cápsulas suprarrenales, activa la retención de nitrógeno por las células del cuerpo, y acelera la combustión de las grasas.

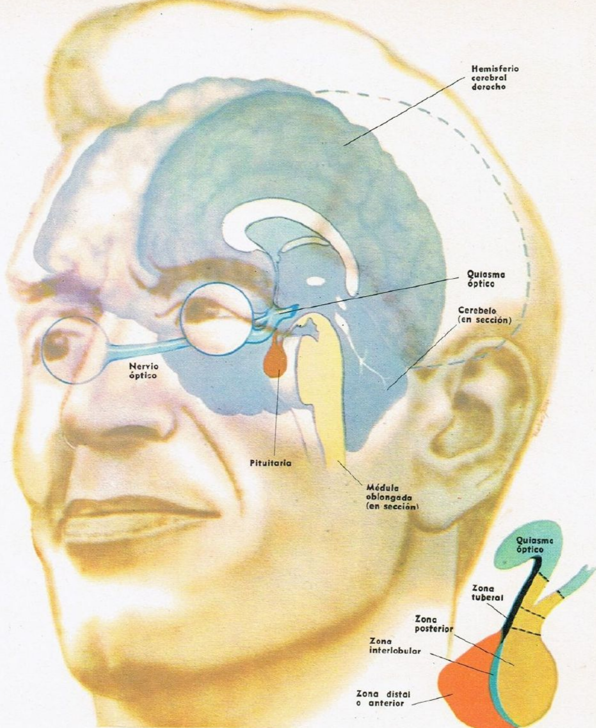
Otra hormona segregada por la pituitaria anterior es la hormona *tirotrópica;* las hormonas *trópicas* actúan solamente sobre órganos específicos (los nombres de las distintas hormonas están formados con el de la glándula sobre la que actúan, más la terminación *trópica,* que quiere decir "buscar"; la terminación "trófica", usada para otras

sustancias, significa "alimentar"). La hormona tirotrópica actúa sobre la glándula tiroides, estimulando la secreción de sus células. La hormona de la glándula tiroides gobierna el metabolismo general de las células orgánicas. La *prolactina,* otra hormona de la pituitaria anterior, causa la producción de leche por las glándulas mamarias, cuando éstas están preparadas para ello por la acción de hormonas secretadas por el ovario.

Las otras hormonas producidas por la pituitaria anterior actúan sobre las glándulas sexuales o sobre las cápsulas suprarrenales. Las cápsulas suprarrenales preparan al organismo para soportar circunstancias no habituales (tensiones, o calor y frío excesivos). Una parte de estas glándulas (la *médula*) produce adrenalina, mientras que el resto (*corteza*) secreta distintas hormonas. Cuando las circunstancias no son normales, la médula de las cápsulas suprarrenales puede ser estimulada para que produzca adrenalina. Esta va por la sangre a la pituitaria, que quizá de esta forma es movida a producir la hormona que influye sobre la corteza suprarrenal. Esta hormona se llama *adrenocorticotrópica,* o ACTH para abreviar. La ACTH estimula la corteza de las cápsulas suprarrenales a producir sus hormonas. Éstas dan lugar a distintos efectos en partes diferentes del organismo, especialmente en aquéllas que tienen un papel de protección o de regulación.

Existen dos hormonas importantes, producidas por el lóbulo anterior, que actúan sobre las glándulas sexuales. Una de ellas estimula la producción de óvulos en los ovarios o de espermatozoides en los testículos. La otra produce el desarrollo de un tejido especial en los espacios dejados por los óvulos después de haber abandonado el ovario. Este tejido —el *cuerpo lúteo*— tiene gran importancia en la producción de *progesterona,* hormona que estimula el desarrollo del epitelio del útero durante el ciclo menstrual y, en el caso de que se implante un óvulo fecundado, el desarrollo de la placenta, a través de la cual se nutre el embrión.

El estado actual de nuestros conocimientos indica que la parte posterior de la pituitaria tiene tres actividades principales, producidas por dos hormonas. Una de ellas, la *oxitocina* o *pitocina,* produce las contracciones del *útero.* Se cree que esta acción es muy importante en el parto, favoreciendo la salida de la criatura del útero. Se han realizado experiencias que han puesto de manifiesto que la oxitocina provoca también un aumento de la producción de leche por las glándulas mamarias, aunque no está ampliamente comprendido en su mecanismo de acción.



En el hombre, la pituitaria está situada inmediatamente debajo del quiasma óptico. Derecha: Esquema mostrando las divisiones más importantes de la glándula.

La segunda hormona producida por la pituitaria posterior es la *vasopresina.* Su efecto sobre el sistema circulatorio no está claro, aunque las inyecciones de ella hacen que se contraigan los músculos lisos de las paredes de los vasos sanguíneos. Su papel en el hombre normal no se conoce con certeza. Sin embargo, produce un efecto bien conocido: controlar la pérdida de agua y sales por la orina. La pérdida de agua se conoce con el nombre de *diuresis.* La vasopresina actúa sobre los riñones, haciendo que éstos reabsorban de la orina más agua y reduciendo, por lo tanto, la pérdida de agua. Por eso, se conoce también con el nombre de *hormona antidiurética.* Su nombre abreviado es A.D.H. No sólo retiene la salida de agua en la sustancia medular o tubulosa, sino que, al mismo tiempo, produce una mayor pérdida de sales.

Las células del cerebro que están encima de la pituitaria *(hipotálamo)* son sensibles a la concentración de sal en la sangre. Probablemente, la A.D.H. se produce en células nerviosas especiales del hipotálamo, pasando a la pituitaria posterior a través de fibras nerviosas; cuando es necesaria, se liberan en los capilares sanguíneos que se encuentran allí. El trasporte de sustancias estimulantes a través de fibras nerviosas se llama *neurosecreción.*

Si la pituitaria no puede producir A.D.H. en suficiente cantidad, se produce la enfermedad llamada *diabetes insípida,* pudiendo perderse unos 16 litros diarios de agua por la orina. Es interesante el hecho de que el nivel de A.D.H en la rata canguro, que vive en los desiertos, sea 8 veces mayor que el del perro. Por lo tanto, en la primera, la orina es mucho más concentrada.

FABRICACIÓN DE LENTES

En un sistema óptico, cada una de las lentes está construida para realizar un trabajo especial, y la luz que pasa a través de ellas debe seguir un camino predeterminado. Esto quiere decir que las lentes deben tener las superficies pulidas con una curvatura determinada, y que el vidrio debe ser de una composición dada, para que tenga lugar la desviación correcta de la luz, cuando pasa por ellas. El índice de refracción del vidrio, que determina la desviación de la luz en la lente, varía con la composición del vidrio.

En primer lugar, se requiere un vidrio de alta calidad óptica, por lo que su composición debe ser controlada con toda exactitud, para conseguir que su textura sea uniforme. Por ejemplo, el vidrio puede contener *estabilizadores* que evitan el ennegrecimiento cuando se expone a radiación gamma. La mayor parte de las lentes de anteojos se hace de vidrio incoloro, conocido en el mercado como *vidrio blanco*, pero alrededor del 15 % és coloreado, para proteger de la claridad excesiva. Las materias primas, que generalmente son una composición de arena, carbonato o sulfato sódico, y carbonato cálcico, se calientan eléctricamente en recipientes forrados o recubiertos de platino, y al mismo tiempo se agitan, para lograr que la composición sea idéntica en toda la masa. Hay varias maneras de manipular el vidrio fundido para fabricar pequeñas placas, de las que, por pulido, se obtienen las lentes.

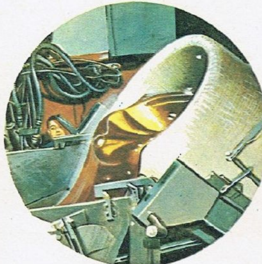
En los métodos más antiguos, se dejaba que el vidrio se enfriase muy lentamente, y que se solidificase en el recipiente. Se rompía éste, y se separaba el vidrio. Por último, se recalentaba para que volviera a fundir, y se comprimía en planchas, que se pulían por ambos lados, para comprobar posibles defectos o burbujas de aire. Alrededor de la mitad de las planchas eran devueltas al crisol de fusión porque resultaban defectuosas.

Alternativamente, el vidrio fundido se puede pasar por cilindros, para formar una lámina, que se corta en piezas del tamaño adecuado. Estas piezas se recalientan en un horno, y después se comprimen en moldes, para que tomen la forma aproximada de la lente.

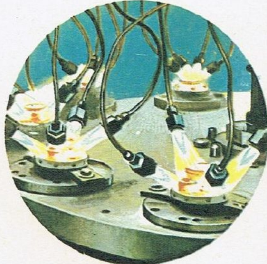
En los métodos más modernos, se saca continuamente del recipiente un chorro viscoso de vidrio, y se corta automáticamente en piezas de un peso determinado. Estos trozos calientes de vidrio caen en un número de moldes situados en una mesa giratoria. Un martinete comprime el vidrio caliente, en la forma apropiada de la lente. Las lentes con una forma casi acabada se conocen con el nombre de *blancos*. Sea cual fuere la manera de hacer el blanco, éste experimenta tensiones internas, debidas a que ha sido enfriado rápidamente. Éstas determinan puntos débiles en el vidrio, por lo que es fácil que se rompa. El defecto se corrige por templado en un horno, donde los blancos se calientan; luego se les deja enfriar muy lentamente, para que no aparezcan tensiones. A continuación, los blancos son pulidos para que tomen la forma de lente. Para ello se requiere una precisión extraordinaria, ya que a veces las lentes deben estar correctamente pulidas, con un error del orden de una millonésima de centímetro. El pulido se hace en varias etapas. Para un primer pulido rápido de los blancos se usan máquinas pulidoras de diamante. Estas máquinas constan de un torno inferior, que puede girar, y en el que se fija el blanco. Encima de él, hay otro torno giratorio, con una herramienta tubular de diamante. El torno que lleva el diamante se puede mover lateralmente, si los tornos superior e inferior están alineados (es decir, si sus ejes son paralelos); entonces la superficie superior del blanco es pulida en forma plana. Si los ejes de los dos tornos se cortan por encima de la superficie del vidrio, se obtiene una superficie cóncava; pero si se cortan por debajo, la superficie es convexa. Herramientas de pulir blandas se gastarían rápidamente, y sería nece-



Una máquina de agitar mezcla el vidrio fundido en el horno.



Recipiente o crisol con vidrio óptico fundido, vaciándose.

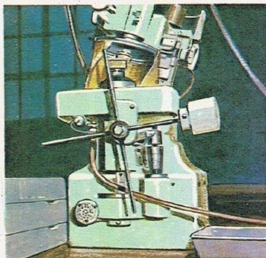


Máquina prensando "blancos" con el vidrio fundido, al tamaño aproximado de la lente.

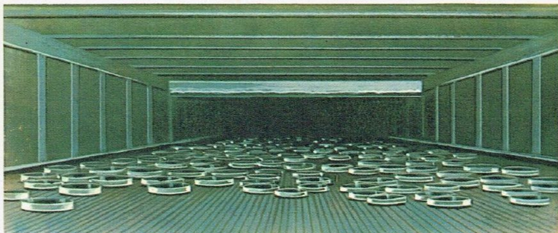
sario ajustar el torno con frecuencia, pero la dureza de los diamantes permite pulir, perfecta y sucesivamente, con una herramienta más de 250.000 lentes de anteojos. Durante el pulido, la fricción entre la herramienta y la lente da lugar a un sobrecalientamiento. El flujo constante de una solución de aceite (soluble en agua) mantiene fría la lente. Es corriente pulir primero el lado convexo de la lente, y después hacer lo mismo con el otro. Para que las lentes puedan ser pulidas, es importante que se mantengan fijas y que no se deslicen. También es importante que en una misma operación se trabajen varias lentes. Las lentes de anteojos, generalmente, se trabajan en conjuntos de tres a siete.

adheridas a él. Este bloque compuesto se enfría y queda como una sola pieza. Luego se separa el bloque del molde. En un principio, se usaba brea como cemento de unión, pero actualmente se ha sustituido por compuestos sintéticos, que no perjudican la piel de los obreros cuando los emplean.

A continuación, los bloques de lentes pasan por una máquina que los suaviza y elimina los granos gordos obtenidos en un primer pulido. Para suavizar los lados cóncavos de las lentes, se utiliza la herramienta de suavizado, hecha de hierro fundido, que tiene la misma curvatura, sólo que es convexa, y viceversa para los lados convexos. El componente convexo va fijo en un eje rotatorio vertical. El componente cóncavo está fijo encima de él, al final de un brazo pivotado, para que se mueva horizontal y verticalmente, y pueda girar al mismo tiempo. Se coloca entre las dos partes giratorias una pasta de abrasivo de óxido de aluminio. El proceso de suavizado dura de 15 a 30 minutos. Un recipiente inferior evita que la pasta se desparrame.



Máquina de diamante, para pulir. Está puliendo un "blanco", aproximadamente a la curvatura y espesor necesarios.



"Blancos" saliendo de un horno de templar, donde se han enfriado muy lentamente, para evitar las tensiones internas.

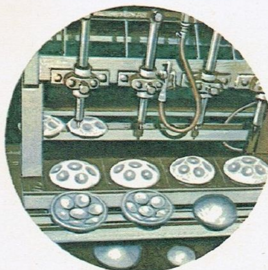
Las lentes, con un primer pulido, se calientan alrededor de 70 a 80° C., y se colocan en un molde con la parte pulida hacia arriba. La curvatura del molde es la misma que la de las superficies de las lentes. Un trozo de un material semifundido se comprime firmemente en el molde, con lo que las lentes se quedan

Después del suavizado, se lavan los bloques, para separar la pasta, y se comprueba si las lentes tienen la curvatura correcta.

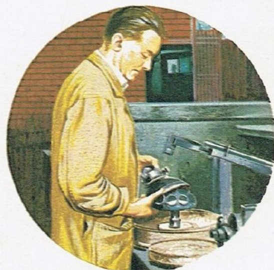
El pulido final se lleva a cabo en una máquina similar, sólo que entonces la herramienta de pulir está cubierta con un paño o un fieltro, y óxido de cerio. El óxido de circonio también se puede usar, como compuesto de pulido, en forma de pasta.

Después del pulido, se examinan las lentes, para comprobar si son perfectas sus superficies. A continuación se separan de los bloques, una vez enfriadas. El compuesto que las adhiere al bloque se contrae mucho más que la lente. La lente queda suelta, y se puede separar con facilidad.

Luego son transferidos al comienzo de la línea de elaboración para trabajar la otra cara de la lente.



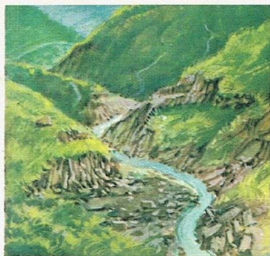
Las lentes son montadas en bloques, en esta prensa, para el suavizado y pulido posterior.



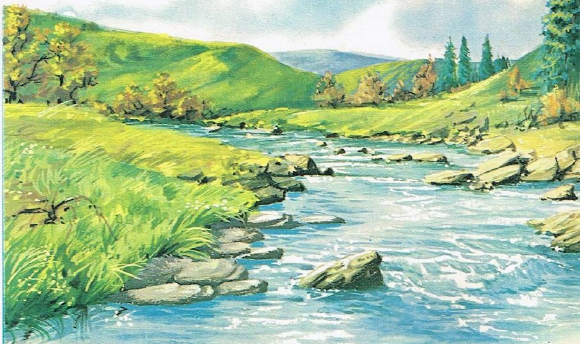
Bloques de lentes, colocadas ordenadamente en una máquina de pulir.



Inspección de la superficie terminada, para comprobar si tiene defectos.



Un típico valle joven, con continuas curvas formadas al sortear la corriente los obstáculos.



Un río de montaña corre entre grandes piedras. A pesar de que éstas son ahora estacionarias, pueden moverse fácilmente a lo largo de la corriente impetuosa cuando el río crece a causa de las lluvias.

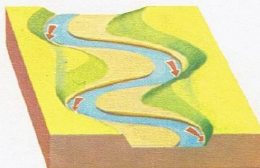
LA ACCIÓN DE LOS RÍOS

La lluvia y la nieve que caen sobre la tierra pueden seguir distintos caminos antes de volver a la atmósfera. Una gran cantidad se evapora en el lugar donde se precipita, parte es absorbida por las plantas y cedida de nuevo como vapor de agua, cierta cantidad se infiltra en el suelo y se une al *agua subterránea;* el resto corre por la superficie y va hacia el mar, formando parte de los ríos.

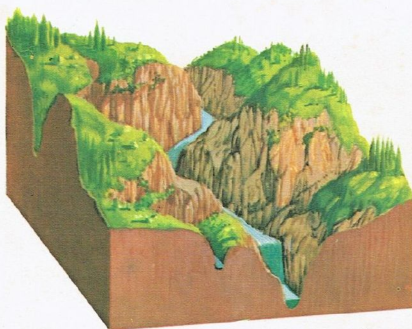
Naturalmente, la corriente es mayor en las regiones montañosas. El agua que corre por las pendientes se canaliza en zanjas o gargantas, por las irregularidades de la superficie. Las zanjas se unen y forman pequeños arroyos. Al principio, éstos corren intermitentemente, pero luego van quitando tierra del suelo y partículas de roca, abriéndose camino hasta el nivel de la capa freática (superficie del agua subterránea), constituyéndose en corrientes permanentes.

En las pendientes más abruptas, el agua se mueve rápidamente y forma muy pronto el canal, arrastrando los residuos resultantes. El agua de los ríos disuelve parte de la roca, pero esto influye poco en la profundización del cauce. La potencia del agua corriente es suficiente para arrancar piedras del fondo de las riberas, lo cual tiene como consecuencia que el cauce se haga más profundo; sin embargo, la acción corrosiva de los bloques y las piedras tiene una importancia mayor. Estas rocas, arrastradas por la corriente, van desgastando rápidamente el lecho del río.

La apertura de pozos es un caso especial de corrosión: los remolinos crean depresiones en el lecho rocoso, que se van llenando de piedras. La continua rotación de éstas va ensanchando y haciendo más profunda, con toda rapidez,

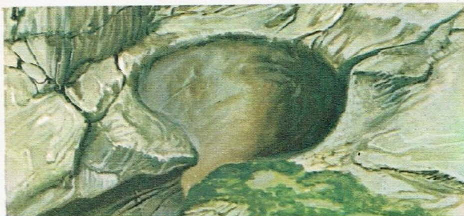


El agua que pasa por una curva ejerce la fuerza mayor en la parte de fuera (flechas). Las partes cóncavas se van erosionando y las curvas van avanzando hacia adelante, ensanchando con ello el valle.

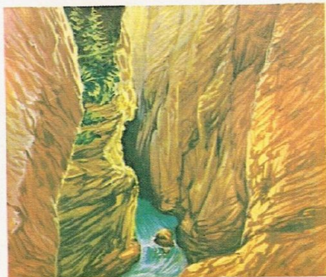


Paisaje joven con corrientes rápidas, cascadas y valles de fuerte pendiente. (A la izquierda): "Perfil longitudinal" de un río joven.





Pozo en el lecho del río, producido por la acción giratoria de las piedras. Si varios de estos pozos se juntan, pueden hacer descender el lecho considerablemente.



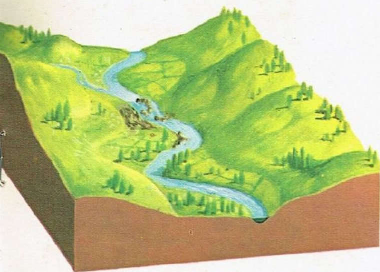
Las gargantas estrechas o cañones como éste se producen cuando el río abre su cauce rápidamente y la roca resiste la erosión.

la hoya. Si los pozos contiguos se juntan, el lecho puede descender considerablemente. Durante este proceso de desgaste, las piedras y los cantos también se erosionan, llegando incluso a trasformarse en polvo fino, que queda en suspensión. Ésta es una de las razones por las cuales los arroyos claros de montaña van volviéndose progresivamente turbios, a lo largo de su curso.

Los ríos pueden trasportar materiales de tres formas: en *solución*, como *suspensión* de partículas finas, y como *arrastre de fondo* (las piedras que ruedan y saltan, y los fragmentos de roca). El conjunto *(arrastre total)* que un río puede trasportar, depende de la velocidad y del volumen de su caudal. Incluso un pequeño torrente puede arrastrar grandes cantidades de residuos, cuando está crecido.

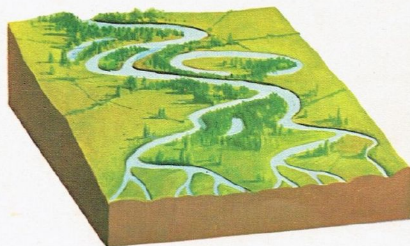
En todo el curso de un río hay un gradiente mínimo de pendiente necesario para que adquiera la velocidad suficiente con la cual verificar el arrastre. El río va erosionando continuamente su cauce, hasta alcanzar ese gradiente mínimo. La excavación posterior del cauce prosigue, entonces, muy lentamente. En las partes bajas del río, el volumen de agua es grande, y el gradiente necesario, por lo tanto, pequeño. Como consecuencia de ello, la curva de un río típico es menos pendiente en las proximidades de la desembocadura (perfil longitudinal de un río). Cuando se alcanza la pendiente mínima en todas las partes del río, se dice que el perfil de éste se encuentra *en equilibrio*. Es muy raro, sin embargo, que el perfil total de un río alcance el equilibrio.

La mayoría de los ríos puede dividirse en tres secciones: el tramo de *montaña*, el tramo de *valle* y el tramo de *llanura*. Cada una de éstas es una etapa en el desarrollo del río. En algunas regiones de relieve reciente (geológicamente hablando), el curso de montaña desemboca directamente en el mar, en forma de río joven, el cual se encuentra muy lejos de su madurez o equilibrio. El proceso por el cual un rápido arroyo de montaña acaba convirtiéndose en un ancho río de llanura, se es-



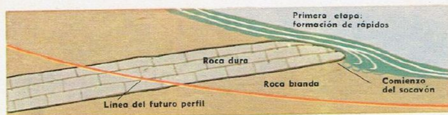


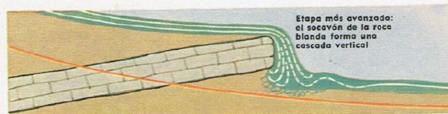
Paisaje en estado de desarrollo mostrando colinas redondeadas y pendientes suaves. Hay una pequeña llanura fluvial. El perfil muestra que el río está en equilibrio por encima y por debajo de los rápidos.

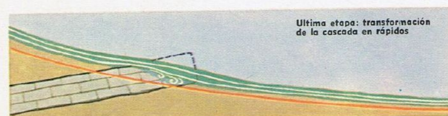




En la senectud, el río tiene un valle muy amplio y el paisaje es muy llano. El río está completamente desarrollado.







CASCADAS

Cuando un estrato de roca dura está a continuación, en el curso de una corriente de agua, de otra roca más blanda (como pizarra o arcilla), esta última se desgasta mucho más rápidamente y resulta una pendiente abrupta. El río pasa por esta zona en forma de "rápido". Cuando la inclinación de la roca es tal que puede ser socavada, puede formarse una pared vertical y una cascada. Esta cascada debe ser eliminada para que el río alcance su madurez o equilibrio. Al caer el agua por la cascada erosiona la roca blanda que está debajo y deja partes de la roca dura sobresaliendo de ella. Estas partes se desprenden y las cascadas retroceden, dejando una garganta frente a ellas. Las cataratas del Niágara están formadas por calizas sobre pizarras blandas.
Al retroceder las cascadas, van acercándose a su posición de equilibrio o perfil de equilibrio futuro.
Ya no hay más procesos de socavamiento, y la cascada se va convirtiendo en rápidos, para éstos desaparecer finalmente.

tudia mejor siguiendo la historia de un río imaginario.

Cuando una región ha sido emergida por alguna fuerza geológica, comienzan a correr torrentes por las pendientes. Son torrentes *jóvenes*, que excavan rápidamente un canal entre las rocas. Si la excavación es muy rápida o la roca muy resistente a la erosión, puede formarse una garganta estrecha. Sin embargo, es más frecuente que el río joven corra por un valle en forma de V, debido a que las pendientes laterales van siendo desgastadas por la lluvia, la erosión del suelo y los desprendimientos de tierras. El agua busca el camino más fácil, cuesta abajo, y, por lo tanto, su curso resulta irregular, ya que va formando curvas para salvar los obstáculos. El río, al ir zigzagueando cuesta abajo, forma taludes y meandros.

Cuando el agua pasa por una curva, pone en juego una fuerza mayor en la parte de afuera. Las orillas y las laderas del valle resultan, por lo tanto, más desgastadas en esos puntos. En la parte interna de la curva, por el contrario, se van depositando arrastres. A medida que las orillas y las laderas del valle van siendo desgastadas, los meandros del río se mueven en dirección de la corriente, cortando las laderas del valle y los depósitos de arrastre dejados por los anteriores meandros. De esta forma, el valle se ensancha, al tiempo que se hace más profundo.

Este proceso de ensanchamiento tiene lugar siempre que la corriente encuentra un obstáculo y lo rodea. Las curvas van creciendo por erosión en la parte de afuera y haciendo retroceder las laderas del valle. Durante este proceso de ensanchamiento, el río puede alcanzar su madurez o equilibrio. Los materiales erosionados de las laderas del valle se depositan en el fondo de éste, que se vuelve plano y forma una llanura fluvial. Las laderas del valle, muy suaves, son recorridas por los afluentes. Ésta es la región de valle. En este tramo, tanto el río como el valle están en su casi máximo desarrollo. El posterior ensanchamiento del valle y de la llanura fluvial conduce al desarrollo del tramo de llanura y al comienzo de la edad senil.

Como consecuencia de ello, el río es ahora más largo que al principio, porque, a medida que madura, la corriente joven va penetrando hacia atrás en el terreno, por erosión. El arrastre de sedimentos y los desprendimientos de tierra en el nacimiento, desgastan hacia atrás la roca, y la "región juvenil" va desplazándose hacia el interior de las tierras. Una corriente joven está, generalmente, lejos del equilibrio y tiene una pendiente irregular. Antes de alcanzar el estado de madurez o de equilibrio, las irregularidades deben ser eliminadas. Las desigualdades pequeñas se erosionan pronto, pero las rocas, con distinta resistencia, son obstáculos serios para alcanzar la madurez. Pueden formar cascadas altas o rápidos de pendiente abrupta, todos los cuales deben reducir su pendiente a un mínimo. También los grandes lagos son un obstáculo, pues representan un gradiente demasiado pequeño. Es frecuente que un río presente un aspecto de pleno desarrollo antes y después de pasar por un lago grande o una cascada, a causa de que la eliminación de éstos lleva mucho tiempo.

A veces, la corriente joven puede cortar directamente la tierra introduciéndose en ella, y encontrar otro valle situado al otro lado. Ya no hay más erosión hacia atrás y, entonces, todo el valle puede alcanzar la madurez y el equilibrio. Cuando todo el río alcanza su desarrollo, la profundización es pequeña, pero continúa. A causa de que las masas de tierra se han reducido mucho, hay menos material arrastrado y el gradiente necesario es más pequeño. Por consiguiente, el lecho va descendiendo hacia el nivel de la base. El resultado final sería el de una llanura casi plana *(penillanura)*, con unos ríos que van fluyendo por ella lentamente y formando meandros.

La senectud se alcanza raramente en todo el curso de un río. El tiempo que haría falta para ello es enorme (millones de años) y los movimientos de la tierra interrumpen, generalmente, el ciclo de erosión. Toda elevación del terreno produce cambios pronunciados de pendiente y la erosión empieza de nuevo, cortando el valle hacia atrás. La unión entre la pendiente antigua y la nueva se puede reconocer como un punto de transición. Cuando el río vuelve a tocar la llanura que él mismo ha formado se forman *terrazas fluviales*, o sea, plataformas, a alguna distancia del río. Con el tiempo, al ampliarse el nuevo valle, éstas pueden desaparecer.

VIDA MEDIA DE LOS ÁTOMOS RADIACTIVOS

Actualmente, el hombre puede producir artificialmente varios elementos que no existen en la naturaleza o bien que son de difícil obtención. Los átomos de estos elementos producidos artificialmente son todos radiactivos y se desintegran en átomos de otros elementos; por ejemplo, el uranio-238 se desintegra en torio-234.

Supongamos que los elementos radiactivos producidos artificialmente, como el neptunio y el plutonio, existieran ya cuando se formó la Tierra. ¿Por qué no existen hoy en día en la naturaleza, y el uranio (también radiactivo) sí?

La razón es que los isótopos de los átomos radiactivos (*radioisótopos)* no tardan lo mismo en desintegrarse. De otra forma no existiría la radiactividad natural. Todos los radioisótopos se habrían desintegrado en isótopos estables, a medida que se iban formando.

Si fuera posible observar un átomo radiactivo simple, éste nos parecería estable durante algún tiempo, y después, sin previo aviso, emitiría una partícula, desintegrándose en un átomo de otro elemento; todo ello, en una fracción de segundo.

Es imposible alterar el tiempo en que un átomo particular se desintegra. Los cambios de presión o temperatura, el colocar el material radiactivo en agua o ácido, u otra cosa parecida, no producen ningún efecto sobre la desintegración de los átomos. El hecho de que se coloquen en sus cercanías átomos que se estén desintegrando y que, por tanto, emiten partículas altamente energéticas, no afecta la estabilidad del mismo.

La mayoría de los isótopos neutros son estables y no se desintegran. La desintegración de los radiactivos puede tener lugar por emisión de "partículas alfa" o de "partículas beta". El átomo que se desintegra siempre produce otro de un elemento diferente.

La partícula alfa es un núcleo del átomo de helio: se lleva 2 protones y 2 neutrones del átomo que se desintegra, el cual, por tanto, disminuye su número atómico en 2 y su peso atómico en 4.

La partícula beta es un electrón emitido por el átomo que se desintegra; en el núcleo de éste se cambia un neutrón por un protón, con lo que el número atómico aumenta en 1, quedando inalterado el peso atómico. Por ejemplo:

El uranio-238 (Nº atómico, 92; peso atómico, 238) emite partículas α



y se desintegra en torio-234 (número atómico, 90; peso atómico, 234).

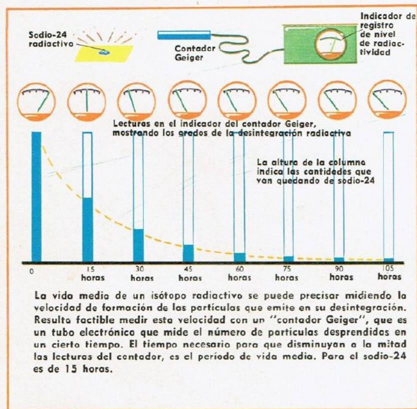
El sodio-24 (Nº atómico, 11; peso atómico, 24), un radioisótopo artificial, emite una partícula β y se desintegra en magnesio-24 (Nº atómico, 12; peso atómico, 24).



Si fuéramos capaces de observar un átomo de uranio-238, deberíamos aguardar miles de millones de años antes de que se desintegrase de repente. En cambio, si pudiéramos observar un átomo de sodio-24, es poco probable que tuviéramos que esperar más de un día para ver cómo se desintegraba.

Hay, por tanto, una diferencia efectiva en las *velocidades* de desintegración de estos radioisótopos. A pesar de todo, no se puede predecir el tiempo que ha de tardar en producirse la desintegración de cualquier isótopo. Sólo cuando se trata de miles de millones de átomos resulta posible predecir la *velocidad general de desintegración*. Esto es debido a que la velocidad de desintegración radiactiva de un elemento está regida por leyes estadísticas.

Un ejemplo de ley estadística nos lo proporciona el arrojar una moneda al aire. Cuando esto se hace es imposible predecir si la moneda caerá de cara o de cruz. Sin embargo, si la moneda se arroja muchas veces existe la posibilidad de que caiga la mitad de ellas cara y la otra mitad cruz, debido a que la moneda tiene la misma probabilidad de caer de un lado que de otro.



La vida media de un isótopo radiactivo se puede precisar midiendo la velocidad de formación de las partículas que emite en su desintegración. Resulta factible medir esta velocidad con un "contador Geiger", que es un tubo electrónico que mide el número de partículas desprendidas en un cierto tiempo. El tiempo necesario para que disminuyan a la mitad las lecturas del contador, es el período de vida media. Para el sodio-24 es de 15 horas.

De la misma manera, aunque la desintegración radiactiva es más complicada que el simple hecho de arrojar una moneda al aire, las reglas que rigen la velocidad general de desintegración de una muestra de radioisótopo se pueden hallar experimentalmente.

El comportamiento de una gran cantidad de átomos en una muestra muy pequeña (1 gr. de material radiactivo contiene unos 10^{21} átomos) nos proporciona tal información, a pesar de que el comportamiento de un átomo en particular no se pueda predecir.

Hay varias maneras de observar la velocidad de desintegración de los átomos. Por ejemplo, cuando se desintegra un átomo de sodio-24 en un átomo estable de magnesio-24, se emite una *partícula beta*. Por lo tanto, se puede determinar la velocidad de desintegración del sodio-24, midiendo la velocidad con que son emitidas las partículas beta en diferentes tiempos. Esto se hace, generalmente, con un instrumento electrónico llamado *contador Geiger*, que da una medida directa de la velocidad de desintegración radiactiva.

Si empezamos con 1 gr. de sodio-24, y medimos la velocidad de desintegración, encontramos que, después de 15 horas, dicha velocidad es la mitad de la inicial, quedando sólo ½ gr. de sodio-24 (el otro medio gramo se ha trasformado en magnesio-24).

Después de otras 15 horas, la velocidad de desintegración es una cuarta parte de la original, y la mitad de la que tenía 15 horas antes. En esta etapa, sólo queda ¼ gr. de sodio-24, habiéndose producido ¾ gr. de magnesio-24

Después de otras 15 horas, la velocidad disminuye a ⅛ de la que tenía en un principio, y se han producido ⅞ de magnesio-24.

De esta manera, continúa la desintegración del sodio-24 hasta que se trasforma completamente en magnesio-24, que es más estable.

El período de semidesintegración es la característica más importante de un radioisótopo. Todo ello se verá de un modo más explícito en un artículo posterior, que tratará de los usos de los radioisótopos. Supongamos, por ejemplo, que un radioisótopo se ha de usar con fines médicos dentro del cuerpo humano, el cual habría de absorber algo de éste. Entonces, se ha de elegir un radioisótopo con un período de semidesintegración de unas pocas horas, para que el cuerpo no sufra daños, debido a una irradiación prolongada.

Los isótopos de vida larga no aplicables, suelen crear grandes problemas; los producidos por las centrales atómicas como elementos residuales se han de enviar al fondo del océano, para eliminar el peligro de su radiactividad.

El sodio-24 presenta un comportamiento análogo al de los demás radioisótopos. La proporción de radioisótopos de una muestra se reduce a la mitad en un cierto tiempo, que es característico para cada uno de ellos. Este período de tiempo se llama *vida media de desintegración*. Así, la vida media del sodio-24 es de 15 horas.

La vida media es diferente para cada isótopo, aunque es el mismo para diferentes muestras de un mismo radioisótopo.

En los radioisótopos, tanto naturales como artificiales, la vida media puede oscilar entre menos de una billonésima de segundo y más de un billón de años.

Teniendo esto presente, es fácil comprender por qué mientras unos radioisótopos se encuentran en la naturaleza, la mayor parte se ha de preparar artificialmente. Por ejemplo, el plutonio tiene un período de vida media de 14 años, y los átomos que existieron cuando se formó la Tierra se han desintegrado desde entonces en isótopos más estables. El hecho de que el neptunio, con un período de vida de unos 2 millones de años, haya desaparecido, nos indica que la Tierra es mucho más antigua. El uranio-238 aún existe en la naturaleza, puesto que su período de vida media es de unos cinco mil millones de años.

La existencia de sustancias radiactivas nos puede proporcionar información sobre el tiempo trascurrido desde que se originaron estos elementos (y, posiblemente, todos los elementos). Hoy día, sabemos que las familias del uranio y del actinio no pudieron existir en tiempos muy anteriores a sus tiempos de vida media, que son del orden de unos 10^{10} años. Con objeto de determinar la edad de ciertos minerales se los ha estudiado en relación con las constantes radiactivas, empleándose los siguientes métodos:

1º - Intensidad de coloración de los halos preocroicos.

Hay muchos tipos de radiación que son capaces de producir coloración o decoloración en materiales como el vidrio, el cuarzo, la mica, etc. Las partículas alfa intensas producen fácilmente coloraciones, en un breve espacio de tiempo, e incluso cantidades muy pequeñas de uranio o torio son capaces de producir efectos visibles en intervalos de tiempo geológico, cuando están presentes en forma de inclusión en un mineral, como, por ejemplo, la mica. El

VIDA MEDIA DE ALGUNOS ELEMENTOS

En la tabla siguiente se indica la vida media aproximada de algunos elementos; la primera columna indica el número atómico, la segunda el nombre del elemento, seguido de su número másico, y la tercera la vida media.

Nº ATÓMICO	ELEMENTO	VIDA MEDIA
1	hidrógeno-3	12 años
6	carbono-14	6.400 años
7	nitrógeno-16	7,35 segundos
8	oxígeno-19	27 segundos
11	sodio-21	23 segundos
11	sodio-22	3 años
11	sodio-24	14,8 horas
19	potasio-42	12,4 horas
20	calcio-49	30 minutos
26	hierro-59	47 días
27	cobalto-60	5,3 años
47	plata-106	8,2 días
47	plata-108	2,3 minutos
53	yodo-124	4 días
53	yodo-132	2,4 horas
79	oro-199	3,3 días
92	uranio-228	9,3 meses
92	uranio-233	$1,6 \times 10^5$ años
92	uranio-239	23 minutos
94	plutonio-236	2,7 años

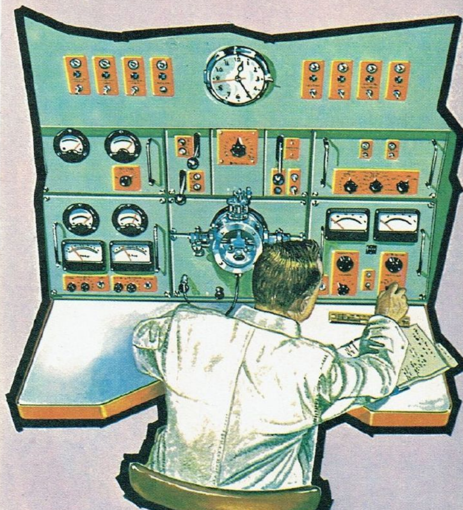
halo de color producido por las partículas alfa es del orden de unas pocas milésimas de centímetro, en la mica, y el impacto a intervalos de las partículas alfa, procedentes de los productos de desintegración, da lugar a capas concéntricas de diversas coloraciones. Si se examinan estas secciones al microscopio, aparecen unas áreas circulares, que se conocen con el nombre de *halos preocroicos;* con luz polarizada, los colores cambian según el plano de polarización, y la cantidad de sustancia radiactiva ocluida se puede determinar, aproximadamente, examinando al microscopio el tamaño del halo. Conocido el grado de coloración y la cantidad de sustancia radiactiva ocluida en la mezcla, es posible determinar la edad del material.

2º - Relación entre el contenido de uranio y helio.

Una vez que se desintegra un átomo de uranio, la cadena de las sucesivas desintegraciones produce (en menos de un millón de años) ocho partículas alfa. Como los intervalos de emisión de estas partículas alfa son muy cortos, cuando atraviesan una materia densa (una roca, por ejemplo) la mayor parte de los átomos de helio resultantes quedan encerrados dentro de ella. Este helio retenido a través del tiempo geológico sirve como un indicador de la fracción de uranio trasformado desde la formación del mineral. Hay que tener en cuenta que el contenido de torio de la roca también es una fuente de helio. Existen métodos de gran sensibilidad para analizar helio, uranio y torio, que han permitido determinaciones de rocas con un contenido de uranio y torio menor de una parte por millón. Las edades que se han podido establecer con estos métodos son del orden de los dos mil millones de años.

3º - Relación entre el contenido de uranio y torio con el plomo.

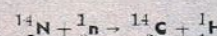
El plomo es un producto estable, que resulta de la desintegración del uranio y del torio, y puede servir como un indicador de la desintegración. Este método es más exacto que el anterior del helio, puesto que el plomo no es probable que se pierda, como le puede pasar parcialmente al helio. Con este método se ha podido calcular la edad de la Tierra, que es del orden de los tres mil millones de años.



Usando un espectrógrafo de masa se puede determinar exactamente la cantidad relativa de los diferentes isótopos que hay en una muestra.

MEDIDA DEL TIEMPO CON URANIO Y CARBONO

El uranio-238 es un radioisótopo que existe en la naturaleza, y se desintegra a través de una serie radiactiva, para producir plomo-206 como último miembro de la serie. Se puede determinar la edad de las rocas que contienen uranio-238 observando la cantidad de uranio-238 y plomo-206 que existe actualmente en las mismas. Conocida la vida media de semidesintegración de los miembros de la serie radiactiva que da lugar al plomo-206, se puede determinar el tiempo necesario para formar la cantidad de plomo presente, lo cual nos da la edad de la roca.
El carbono-14 es un radioisótopo que se produce continuamente, en la atmósfera superior, por neutrones rápidos (en forma de rayos cósmicos), los cuales forman el isótopo de carbono al chocar con el nitrógeno de la atmósfera, perdiéndose un protón en el proceso.



$$^{14}_{7}N + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{14}_{6}C + ^{1}_{1}H$$

El carbono así formado se mezcla con otros gases de la atmósfera, en forma de anhídrido carbónico, y es absorbido por las plantas, los árboles y, eventualmente, por los animales. Es posible detectar la presencia de este anhídrido carbónico, que está presente en pequeñas cantidades, gracias a su radiactividad. Esto sirve para determinar la edad de objetos de madera antiguos. Cuando se corta un árbol, la madera ya no absorbe ni usa anhídrido carbónico, por lo que su contenido queda inalterado. Con el tiempo, el carbono-14 se desintegra, siendo su período de vida media de 5.600 años; por ello, el nivel radiactivo de carbono en un árbol vivo es doble del de otro cortado hace 5.600 años. Determinando el contenido de carbono-14 de diversas muestras (incluso de antiguos "papiros"), y comparándolo con el de los actuales (de la misma materia con que fueron hechas aquéllas), se puede conocer su edad.
Las proporciones de uranio-238 y plomo-206, o de carbono-14 y carbono-12, en una muestra de carbón que contenga estos elementos, se pueden determinar con un espectrógrafo de masa. Con este instrumento se analizan con gran precisión cantidades muy pequeñas de sustancia.

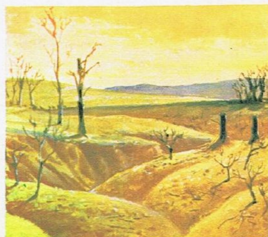
EL MANTILLO

El arte de fabricar y de aplicar el mantillo es conocido por el hombre desde hace muchos años. Por ejemplo, en el Japón y en la China se viene realizando un cultivo intensivo desde hace cuatro mil años, por lo menos, a base, fundamentalmente, del uso, abundante e inteligente, del mantillo.

El mantillo es una mezcla de varios residuos de origen vegetal o animal; sin embargo, actualmente se hacen ensayos para obtenerlo a partir de otras muchas clases de desperdicios. Las basuras domésticas, por ejemplo, desprovistas de latas y otros productos metálicos, se pulverizan, se criban, se humedecen y se airean por agitación; luego, se añaden bacterias para aumentar la acción de las poblaciones naturales de microorganismos, y se descomponen químicamente las sustancias nocivas de los desperdicios; por último, la sustancia tratada se seca y se empaqueta. Antes del empaquetamiento, se pueden añadir fertilizantes, como fosfatos o nitratos.

El principal objetivo de la adición del mantillo es la producción de *humus*, el cual está formado por los restos fermentados de animales y plantas (lo que se llama *materia orgánica del suelo*). Los gusanos, los insectos, los animales mayores y sus deyecciones, las ramas y hojas muertas, miles de bacterias, hongos, protozoos y algas contribuyen a la formación del humus. Se compone éste, por lo tanto, de sustancias en distintos estados de descomposición, y contiene poblaciones variables de organismos vivos.

Las lombrices tienen una gran importancia en la formación del humus. Tragan tierra, trazan su camino por el suelo, lo mullen y permiten que entre aire en él. Introducen, además, materias vegetales en sus túneles, poniéndolas en contacto con la población activa del suelo. La acción de la intemperie y de los millones de habitantes de éste convierten a los animales y plantas ya muertos y descompuestos en la conocida "tierra vegetal", o sea, el humus maduro, material rico en proteínas y



El cultivo abusivo disminuye el contenido de humus del suelo, de tal forma que se reduce en gran parte el crecimiento de las plantas, cuyas raíces son insuficientes para mantener unidas las partículas del suelo. De esta forma el terreno se desmenuza y puede ser erosionado con facilidad por el viento y el agua.

otras moléculas orgánicas, así como en varias clases de minerales.

Un buen suelo debe contener cantidades adecuadas de humus, pues su presencia proporciona a las plantas varias condiciones necesarias para su buen desarrollo. Es un medio en el que tienen lugar distintos cambios químicos y biológicos, y un depósito rico en nutrimentos vegetales; además, las sustancias nutritivas contenidas en él no son arrastradas fácilmente por la lluvia. La presencia del humus permite a la plan-

Es conveniente hacer el montón de mantillo en capas.

ta tomar sustancias tales como sulfatos, fosfatos, nitratos y hierro, hace que los suelos de color claro se vuelvan oscuros y, por lo tanto, absorban una proporción mayor de radiaciones solares, y proporciona al suelo, además, una estructura grumosa, uniendo partículas arenosas ligeras y ayudando a retener el agua, reduciendo la compacidad de la arcilla, y mejorando el drenaje y la aireación.

Estas propiedades del humus lo convierten en el mejor de los agentes que controlan la erosión. El cultivo abusivo y el consiguiente agotamiento del humus del suelo, hacen que éste se vuelva seco y disminuya su permeabilidad, e intensifica los efectos de la acción del viento y de la lluvia. Muchos desiertos artificiales, como el de Kansas, en los Estados Unidos, muestran la necesidad de mantener una cantidad suficiente de humus sobre el suelo.



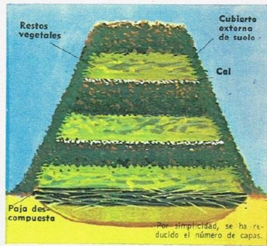
Actualmente, el mantillo puede esparcirse rápidamente con medios mecánicos.

El arte de fabricar el mantillo consiste en imitar la producción natural del humus, llevando a cabo un balance correcto entre desperdicios y suelo, y proporcionando las condiciones que acarrean su rápida descomposición por los microorganismos.

La fabricación del mantillo es un medio de modificar lo que de otra forma serían residuos perjudiciales, sin utilidad alguna, y de convertirlos en algo que servirá para fertilizar y mejorar el suelo. Generalmente, es más eficaz aplicar al suelo un mantillo bien descompuesto, que esparcir directamente los residuos animales y vegetales, sin fermentar.

El mantillo contiene sustancias que las plantas verdes y los microorganismos necesitan como alimento. Entre ellas están el nitrógeno, el fósforo, el potasio, el calcio, el hierro, el magnesio y el silicio, junto con pequeñas cantidades de manganeso, boro, cobalto y cinc. La proporción de estos elementos depende de los residuos utilizados y del método empleado en su preparación.

Distintas investigaciones han demostrado que hay diferencias considerables entre un montón de mantillo continuamente empapado y mal aireado, y otro solamente húmedo y que disfruta de una buena aireación. En cada uno de estos casos, se desarrollan microorganismos distintos. En el primero de ellos, sólo consiguen vivir y desarrollarse aquellos microorganismos que pueden utilizar las sustancias del montón cuando no hay oxígeno libre o se encuentra en cantidades muy pequeñas. Se dice que estos microorganismos son *anaerobios*. Los organismos *aerobios* sólo pueden crecer y multiplicarse rápidamente cuando existe aire en cantidad abundante. Un estercolero húmedo y bien aireado cumple esta condición. Los hongos y las bacterias que viven a temperaturas elevadas (bacterias termófilas) se desarrollan en esas condiciones, fijan nitrógeno y producen una gran cantidad de calor, con lo que la temperatura del montón de mantillo o estiércol aumenta. En un montón de mantillo bien hecho pueden producirse temperaturas de 60 a 70 grados. A esas temperaturas, las bacterias patógenas, los huevos, pupas y larvas de las moscas mueren, y estas últimas no pueden, por lo tanto, criar. El calor mata también las semillas de las malas hierbas. Sin embargo, si un montón de mantillo no está suficientemente aireado y drenado, los microbios anaerobios desarrollan poco calor y, por lo tanto, las bacterias patógenas (causantes de enfermedades) se multiplican, y las moscas y otras plagas disponen de buenas condiciones para criar. Estos montones desprenden, con frecuencia, olores desagradables y pierden sus nutrimentos (especialmente el nitrógeno) con gran facilidad. Resulta preciso, por lo tanto, formar un montón de mantillo o de estiércol húmedo, bien aireado. El lugar y el modo en que se forme este montón tienen gran importancia. Para proporcionar las condiciones más favorables a los microorganismos, bacterias, etc., debe escogerse un lugar donde los efectos desecantes del sol y del viento sean mínimos y, al mismo tiempo, se evite la lluvia excesiva y el goteo de los árboles. La lluvia y el goteo pueden producir el empapamiento excesivo y el lavado de las sustancias químicas del montón. Los reparos, tales como los setos y las cercas, reducen grandemente los efectos desecantes del viento y dan sombra, si están colocados convenientemente. El rincón de una huerta en el que haya un muro o un terreno donde no se cultive nada son, a menudo, lugares adecuados.



Sección a través de un montón de mantillo, en el que se ven su forma y las distintas capas.

La base del montón debe ser un suelo trabajado ligeramente; si fuera demasiado arenoso, el colocar una ligera capa de arcilla podría modificar favorablemente el drenaje. Los suelos demasiado duros necesitan una cubierta de arena o de grava. Lo mejor es cubrir la base con una capa fina de mantillo, de estiércol o de paja descompuestos.

El montón puede hacerse dentro de un agujero, que debe ser más ancho por la parte de arriba, en un receptáculo de madera o cemento (si es pequeño) o sobre la superficie del suelo. La mejor forma es la de pirámide; se le puede dar, también, una forma ovalada, con la parte de arriba menos ancha que la de abajo.

Para hacer un montón de mantillo pueden usarse distintos residuos: desperdicios caseros, que contienen cáscaras de huevo, posos de café, barreduras, trapos y restos culinarios; los desperdicios de las huertas y jardines, hierba cortada, cenizas, malas hierbas, desechos de paja y heno, estiércol de ganado y de aves. Pueden usarse muchos otros residuos, como ramas, trozos de madera, serrín, cáscaras de granos y varios abonos orgánicos, como, por ejemplo, basuras tratadas y algunos minerales, como la cal. Esta última es un producto muy importante, pues evita que el montón se vuelva demasiado ácido y ayuda, además, a destruir las semillas de las malas hierbas.

Todos los materiales de desperdicio añadidos al montón deben estar húmedos y colocarse en capas sobre la base, alternando con otras de tierra, que contengan cal. El estiércol animal acelera la fermentación y es tan útil como los restos vegetales. Al construir el montón, se le debe dar una pendiente hacia dentro con el objeto de formar una pirámide plana. Se necesita una cubierta exterior de turba o de musgo junto con una capa externa de tierra. Así, se forma una cubierta que retiene el calor. El mantillo, que fermenta lentamente, debe revolverse dos o tres veces el primer año, con objeto de mezclar bien los ingredientes y asegurar una fermentación homogénea. Está listo para ser usado cuando presenta una apariencia de tierra vegetal.









HUMEDAD RELATIVA

El aire que respiramos consiste en una mezcla, de proporciones relativamente constantes, de nitrógeno, oxígeno y gases inertes. Además, contiene cantidades variables de vapor de agua. La cantidad de vapor de agua, en un volumen dado de aire, se llama *humedad*.

Los meteorólogos están especialmente interesados en la humedad del aire. La lluvia suele acompañar al aire muy húmedo, mientras que el aire seco tiende a hacer que el agua se evapore de la superficie de la Tierra, en vez de depositar más agua sobre ella.

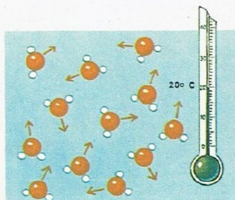
Si el aire está seco, una parte del agua se evapora en forma gaseosa: el vapor de agua. Para que esto ocurra, no hace falta que el agua alcance su punto de ebullición de 100° C. Una parte de las moléculas del agua pueden pasar al aire seco, a cualquier temperatura.

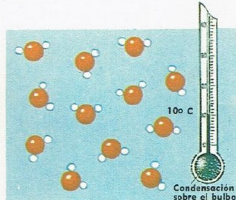
El agua en estado líquido está formada por millones de moléculas, en movimiento continuo, pero que se atraen unas a otras con la fuerza suficiente para que estén reunidas, formando un estado de la materia.

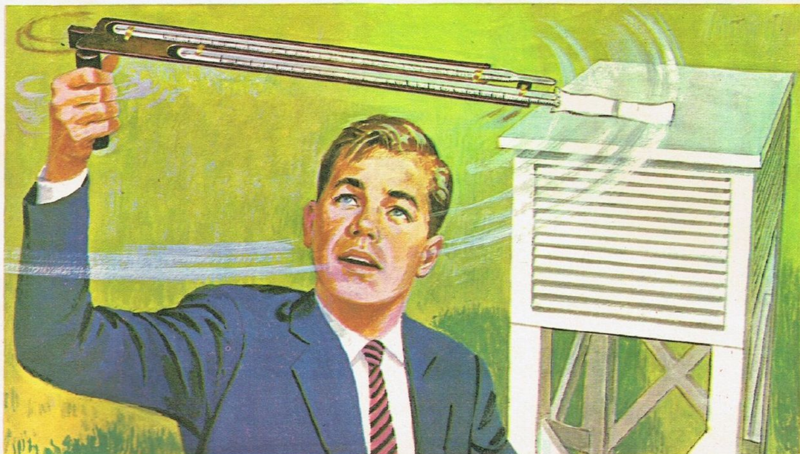
La velocidad del movimiento de las moléculas determina la temperatura del agua. Cuando se calienta, se proporciona más energía a las moléculas, y éstas se mueven más de prisa. Su energía media determina su temperatura media.

No todas las moléculas tienen la misma energía. Algunas alcanzan más que la media, otras, menos. Aquéllas con más energía tienen más posibilidad de evasión desde el agua al aire, usándola para vencer las fuerzas que las unen al líquido. La energía necesaria para ello es lo que se llama *calor latente*. Las moléculas continúan evadiéndose, pero algunas son atraídas de nuevo por el líquido. Cuando el número de las que salen es igual al de las que regresan, se dice que el aire está *saturado*.

Si el aire, a 20°C, tiene una humedad relativa de 50 %, contiene la mitad del vapor del que puede admitir, es decir, del que saturaría el aire a 20°C. Pero la cantidad de vapor de agua que el aire puede contener decrece con la temperatura. Por eso, el aire a 20°C, con una humedad relativa de 50 %, contiene humedad suficiente para saturarse a una temperatura más baja.







El agua se evapora de la muselina que rodea el bulbo, enfriándolo. La humedad relativa puede calcularse conociendo la diferencia de temperatura entre el bulbo húmedo y el seco. El bulbo húmedo debe estar bien aireado; para conseguirlo se usa el higrómetro giratorio, que es uno de los aparatos más utilizados.

Es difícil medir directamente la cantidad de agua presente en el aire. Por otra parte, esta cantidad no es especialmente importante. Lo que realmente importa es saber cuánto vapor de agua existe, expresado como porcentaje de la cantidad máxima de agua que puede contener el aire saturado a una determinada temperatura. Este porcentaje se llama *humedad relativa*. Si, por ejemplo, el aire retiene una cuarta parte de la cantidad máxima de vapor que puede retener, su humedad relativa es del 25 %.

El contenido de humedad del aire depende, principalmente, de la tempera-

La humedad relativa (en el ejemplo anterior) es:

$$\frac{\text{cantidad presente en el aire a 20° C.}}{\text{cantidad que satura el aire a 20° C.}} \times 100\ \%,$$

lo cual es lo mismo que:

$$\frac{\text{cantidad que satura el aire en el punto de rocío (10° C.)}}{\text{cantidad que satura el aire a 20° C.}} \times 100\ \%$$

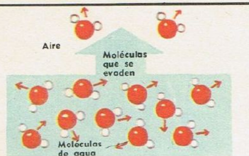
HUMEDAD RELATIVA Y SENSACIÓN DE BIENESTAR

La temperatura determina el grado de calor del aire que nos rodea, pero la cantidad de agua que éste contiene (o, hablando más exactamente, la humedad "relativa") influye en el calor que nosotros "realmente sentimos". El aire muy seco (humedad relativa baja) facilita la evaporación del agua en la superficie de nuestra piel. Esta evaporación de sudor es, en realidad, el mecanismo de enfriamiento del cuerpo. Las moléculas con más energía se evaporan, dejando atrás las que tienen menos energía, o son más "frías".

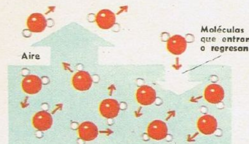
Así, de este modo, la superficie del cuerpo se enfría por el aire seco, a una temperatura que es inferior a la del aire que le rodea.

En el aire muy húmedo (humedad relativa alta) el agua de la superficie del cuerpo no se puede evaporar. El cuerpo no se enfría y se tiene sensación de calor.

La humedad relativa debe regularse en las fábricas donde los obreros se encuentran en ambiente excesivamente caluroso. El calor sería insoportable si la humedad relativa fuese demasiado alta.



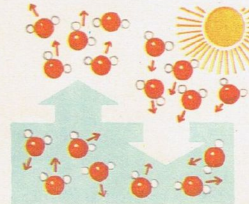
Algunas de las moléculas del líquido tienen energía suficiente para salir al aire. El número de las que pueden hacerlo depende de la temperatura.



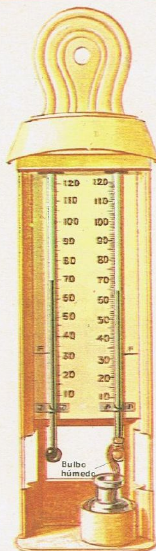
Las moléculas siguen evadiéndose. Algunas son atraídas de nuevo por el líquido.



Al cabo de cierto tiempo se alcanza un equilibrio, y el número de las que se evaporan es igual al de las que vuelven. El espacio que hay sobre el líquido está "saturado" con vapor de agua.



La cantidad de agua que el espacio aéreo puede retener antes de saturarse, depende exclusivamente de la temperatura. A temperaturas más altas, hay más moléculas con energía suficiente para evaporarse. Por eso, el punto de saturación (el momento en que se equilibran las velocidades de evaporación y condensación) se alcanza con cantidades mayores de agua en el aire.



Higrometro mostrando el bulbo seco (izquierda) y el bulbo húmedo con la muselina continuamente embebida en agua tomada del recipiente.

tura. A temperaturas altas, el aire tiene un mayor índice de saturación. A temperaturas bajas, puede retener menos vapor de agua. Si el aire, a la temperatura de 20°C, tiene una humedad relativa del 50 %, tendrá una humedad relativa mayor si su temperatura desciende (mientras que la cantidad de vapor de agua, realmente presente, no cambia). Si la temperatura desciende lo suficiente, el aire llega a saturarse.

PUNTO DE ROCÍO

Al saturarse, el aire alcanza el llamado *punto de rocío,* pues el vapor saturado tiende a condensarse, depositándose en forma de gotas de rocío sobre superficies apropiadas. Si se enfría el aire que tiene una humedad relativa del 50 % a la temperatura de 20°C, las superficies frías que están en contacto con él se empañan con rocío a una temperatura de 10°C. Su punto de rocío es de 10°C. La humedad relativa, en el punto de rocío, es del 100 %.

Si el aire, a 20°C, tiene solamente una humedad relativa del 30 %, ha de enfriarse más para que su vapor de agua se condense. De hecho, su punto de rocío estará alrededor de 2,5°C. Por otra parte, si el aire a 20°C estuviese más húmedo, por ejemplo, si tuviera una humedad relativa del 80 %, contendría suficiente agua para poder saturarse a 16°C. Su punto de rocío sería, por lo tanto, 16°C. El punto de rocío del aire, a una temperatura dada (en este ejemplo, 20°C), depende de su humedad relativa. En este hecho se fundamentan algunos métodos de medición de la humedad relativa.

Se toma la temperatura inicial del aire, y se enfría éste hasta que el bulbo del termómetro se empañe. La temperatura que ahora marca el termómetro es la del punto de rocío. La humedad relativa puede calcularse consultando, en unas tablas especiales, la cantidad de agua necesaria para saturar el aire a la temperatura del punto de rocío, y a la temperatura inicial.

El vapor de agua, en la atmósfera, ejerce su propia presión, la llamada "presión de vapor". La presión que ejerce varía con la cantidad de vapor contenido en el aire. Por lo tanto, otra definición de humedad relativa es:

$$\frac{\text{presión del vapor a la temperatura inicial}}{\text{presión del vapor saturado a la misma temperatura}} \times 100\ \%$$

lo cual es lo mismo que:

$$\frac{\text{presión del vapor saturado al punto de rocío}}{\text{presión del vapor saturado a la temperatura inicial}} \times 100\ \%$$

Las presiones de vapor pueden buscarse en tablas. Prácticamente no hay diferencia entre las dos definiciones.

HIGRÓMETROS DE BULBOS SECO Y HÚMEDO

Un *higrómetro* es un instrumento que se utiliza para medir la humedad relativa. El higrómetro de bulbos húmedo y seco es el instrumento de esta clase más utilizado. Se compone de dos termómetros colocados uno al lado del otro. En el termómetro "húmedo" el bulbo está rodeado por un trozo de muselina húmeda. El aire evapora el agua de la muselina, enfriando el bulbo. El enfriamiento depende de la cantidad de agua que inicialmente contiene el aire, o sea, de su humedad. El termómetro "seco" es un termómetro ordinario, que mide la temperatura del aire.

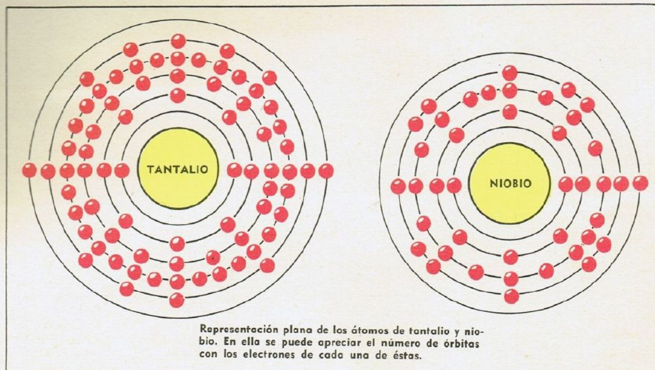
El bulbo "húmedo" no indica la temperatura del punto de rocío, porque el descenso de temperatura no es suficiente para ello. Sin embargo, ciertas tablas especiales relacionan la diferencia de temperaturas entre el bulbo seco y el húmedo con la humedad relativa.

NUEVAS REALIDADES, NUEVOS TÉRMINOS

NIOBIO Y TANTALIO, METALES DEL FUTURO

El químico Hatchett descubrió el niobio en el año 1801, pero hasta hace poco tiempo se lo consideraba poco menos que como una curiosidad científica. Sin embargo, en épocas más recientes este metal ha despertado un gran interés, y en la actualidad está en la lista de los mejores elementos para ciertos usos de la tecnología moderna. Su símbolo químico es Nb, y en los Estados Unidos se le conoce como columbio, a causa del nombre del mineral de donde se extrae. En tal caso, su símbolo sería Cb.
Hasta hace relativamente pocos años no existía un método eficaz para producirlo en cantidades que abastecieran las necesidades de una posible industria que lo usara como materia prima; pero cuando —a causa de sus propiedades maravillosas— se intensificó su uso, se buscó un método fácil de obtención en alto grado de pureza. Las propiedades de que antes hablamos son, entre otras: un punto de fusión de 2415°C y una densidad de 8,75 Kg/dm^3 que lo hacen adecuado para la fabricación de piezas de aviones supersónicos, cohetes, reactores, solo o formando parte de aleaciones.
El mineral de niobio, que procede de Nigeria, en su mayor parte, se transforma primero en óxido y, por reducción de éste, con sodio o magnesio, se obtiene un metal bruto que es apto para sufrir las posteriores operaciones de purificación. En los laboratorios de la Westinghouse Co. ha sido puesto a punto uno de los procedimientos de purificación. En él se somete el metal impuro a una serie de fusiones en alto vacío, que permiten destilar casi todas las impurezas que lo acompañan.
Este procedimiento metalúrgico no sólo se puede aplicar al niobio sino a todos aquellos materiales que se necesitan en un alto grado de pureza. Se ha aplicado ya a la producción de circonio totalmente exento de hafnio.
Se cree, y para demostrarlo se encuentran en curso investigaciones, que con aleaciones del metal así preparado se podrán construir partes de reactores y otros artefactos, que resistirán temperaturas mucho más elevadas que las que actualmente soportan los mejores materiales disponibles.
Todos los procedimientos que se han puesto a punto para la obtención de niobio usan, en general, el mismo fundamento que el método anterior, diferenciándose sólo en la técnica para llevarlo a cabo.
El tantalio es otro metal que se adapta a las necesidades de la industria actual. Posee un peso atómico elevado (180,95) y una valencia extremadamente variable, 2, 3, 4, 5. Su punto de fusión es extraordinariamente alto: 2850°C. El tantalio es un metal útil en la industria por su gran capacidad para resistir la oxidación y el ataque de los agentes químicos más diversos. No le atacan las soluciones acuosas de sustancias alcalinas, resiste el agua regia y el ácido sulfúrico concentrado a una temperatura inferior a los 150°C. A pesar de estas características, este metal se parece extraordinariamente al vidrio, por lo que se usa mucho en instalaciones de plantas piloto, en las que hay necesidad de repetir en reactores más grandes las pruebas de laboratorio que se realizaron en aparatos de vidrio.

El tantalio se ha mostrado muy adecuado en la construcción de tuberías por las que tengan que circular metales y aleaciones fundidas, por su gran resistencia a las altas temperaturas. En esto se parece al niobio, que se ha descrito anteriormente. Para la industria química es de gran importancia que el tantalio pueda sustituir, en muchos casos, al platino.
Un inconveniente del tantalio es su escasez. Su rareza se comprende si se piensa que sólo un $1{,}2 \cdot 10^{-5}$ % de la corteza terrestre está formado de tantalio. Si se ordenan los elementos de la Tierra, según su abundancia, el tantalio hace el número 63, después del uranio, platino, niobio y selenio. Esto explica el alto valor de su cotización. Se encuentra en la forma de pentóxido en los minerales llamados tantalita y columbita. Si el mineral contiene tantalio en un 75 %, se llama tantalita; si va acompañado de niobio con un predominio de éste, se llama columbita.



Representación plana de los átomos de tantalio y niobio. En ella se puede apreciar el número de órbitas con los electrones de cada una de éstas.


CORREO DE LECTORES

¿Qué diferencias existen entre el betatrón y el bevatrón? — F. G. S.

En líneas generales, podemos informarle que el betatrón es un acelerador que se utiliza para imprimir grandes velocidades a los **electrones**, por medio de un campo electromagnético. Como a los electrones se les denomina también partículas beta, de este nombre se deriva el del aparato. El bevatrón es un acelerador de **protones** y de otras partículas atómicas; tiene una potencia superior a 6.000 millones de electrón-voltios. Ambos aparatos se utilizan en investigación atómica, especialmente en el estudio de isótopos.

¿Cómo se puede saber el valor de una resistencia por sus colores? P.M.S.

El valor en ohmios de una resistencia eléctrica se puede saber fácilmente examinando los colores que presenta. Estos



CORREO DE LECTORES

Comunique sus dudas u objeciones a **TECNIRAMA**, a la dirección del distribuidor en su país. No olvide indicarnos cuáles son los temas de lectura que prefiere.

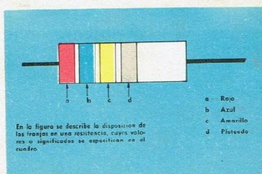
colores están ordenados en franjas, que rodean la resistencia, según un código internacional; la posición de cada franja, y su color, representan números y, el conjunto de ellos, el valor de la resistencia, con su tolerancia.

En la figura adjunta se describe la disposición de dichas franjas o bandas en una resistencia, cuyos valores o significados se especifican en el cuadro siguiente.

Primera Franja (Franja a)		Segunda Franja (Franja b)		Tercera Franja (Franja c)		Cuarta Franja (Franja d)	
Color	Cifra equivalente	Color	Cifra equivalente	Color	Cifra equivalente	Color	Tolerancia
Negro	0	Negro	0	Negro	1	Plateado	± 10
Marrón	1	Marrón	1	Marrón	10	Dorado	± 5
Rojo	2	Rojo	2	Rojo	100		
Anaranjado	3	Anaranjado	3	Anaranjado	1000		
Amarillo	4	Amarillo	4	Amarillo	10000		
Verde	5	Verde	5	Verde	100000		
Azul	6	Azul	6	Azul	1000000		
Violeta	7	Violeta	7	—	—		
Gris	8	Gris	8	Plateado	0,01		
Blanco	9	Blanco	9	Dorado	0,1		

El color de la franja **a** proporciona la primera cifra significativa de la resistencia; el de la **b**, la segunda; el de la **c** el factor de multiplicación de las dos cifras anteriores para obtener el valor total de la resistencia; y el de la **d**, la tolerancia en tanto por ciento.

Por ejemplo, supongamos la resistencia que aparece en la figura; la banda **a** tiene color rojo (2), la **b**, color azul (6), la **c**, color amarillo (10000); y la **d**, plateado (10 %). La resistencia es de 260.000 ohmios ± 10 %.



En la figura se describe la disposición de las franjas en una resistencia, cuyos valores o significados se especifican en el cuadro.

Y PARA CONCLUIR...

LAS ENFERMEDADES DE LOS VINOS

Podemos distinguir, en las alteraciones de los vinos, varias causas, procedentes de dos campos tan dispares como son el inorgánico y el orgánico. Dentro de éste, la acción de una serie de microorganismos, levaduras, bacterias, etc.

Comencemos viendo las causas de tipo inorgánico que más frecuentemente producen alteraciones en los mostos.

El pH es uno de los factores que más cuentan en la buena conservación de un mosto. El vino es un líquido de pH bajo, es decir, es ácido. Esta acidez es mayor en los vinos blancos que en los tintos, aunque varía su densidad según la procedencia. La variación en el pH puede producir variaciones en los potenciales de oxidación de las sustancias que se encuentran en el mosto, y, después de la fermentación, en el vino; también puede ocasionar precipitaciones, que se conocen con el nombre de quiebras, una de las cuales es la llamada quiebra blanca, que se produce por la precipitación de fosfato férrico que enturbia el vino. El catión férrico proviene de la oxidación del ferroso y además del hierro que el vino va arrastrando a su paso por cañerías, a causa de su carácter ácido.

Otra quiebra muy molesta es la llamada azul. También el hierro, en su forma férrica, toma parte en ella; pero aquí es la combinación con materia orgánica, del tipo de los polifenoles, la que ocasiona la producción de unos colorantes azules que dan nombre a esta enfermedad del vino. Tal alteración se puede evitar tratando el vino con resinas de cambio iónico.

El ácido cítrico se usa también para combatir la quiebra férrica, pues forma un complejo soluble con el catión férrico.

El cobre es otro metal que también produce quiebras, cuando su concentración sobrepasa la de 1 mg. por litro, en la forma cuprosa. En este caso, se combina con la materia nitrogenada del vino, y produce la llamada quiebra cuprosa.

Veamos ahora algunas de las alteraciones más importantes que el vino pueda sufrir por la acción de microorganismos.

Es éste uno de los capítulos que han hecho avanzar a la biología un paso de gigante. Puede decirse, sin ningún temor a exagerar, que la moderna microbiología debe su nacimiento a las investigaciones realizadas sobre el vino, en relación con sus enfermedades. Fue el gran Pasteur el que comenzó los estudios sobre las fermentaciones, porque le encargaron que averiguara las causas del avinagramiento del vino, que causaba estragos en las zonas vinícolas de Francia. Entonces quedó claro que los agentes que producían la fermentación eran unos diminutos corpúsculos vivientes, que se encontraban en el mosto: las levaduras. Los descubrimientos de Pasteur siguieron adelante, y con ellos demostró que en todos los procesos de descomposición, fermentación, etc., se encontraban presentes distintas especies de microorganismos. Luego se dedicó a aislar el que producía el avinagramiento del vino, y descubrió que se trataba de una bacteria, que hoy se conoce con el nombre de **Mycoderma aceti.** Desde entonces se ha progresado bastante en el conocimiento de los microorganismos causantes de las enfermedades de los vinos, y actualmente se hallan descritas las bacterias causantes de las enfermedades más frecuentes de los mostos.

No hay que creer, sin embargo, que todas las bacterias son nocivas para los vinos. Hoy se estudia, muy a fondo, un tipo especial de fermentación que sufren los vinos tintos, llamada la fermentación maloláctica, causada por un grupo conocido de bacterias que se desarrollan sobre el vino. Parece ser que, como resultado de este desarrollo, el vino tinto tiene un sabor más agradable, como se da en los vinos tipo Burdeos.

FRASE DE LA SEMANA

Dijo Szent Giorgyi: "La investigación consiste en ver lo que todo el mundo ha visto, y en pensar lo que nadie ha pensado."

PRECIOS DE VENTA (Rigen también para los números atrasados)

ARGENTINA, Pesos 35.—
*COLOMBIA, Pesos 3.—
*COSTA RICA, Colones 2.—
*CHILE, Escudos 1.—
ECUADOR, Sucres 6.—
*EL SALVADOR, Colones 1.—
ESPAÑA, Pesetas 18.—
*GUATEMALA, Quetzales 0,30
*HONDURAS, Lempiras 0,60
*MÉXICO, Pesos 3,50
*NICARAGUA, Córdobas 2.—
*PANAMÁ, Balboas 0,30
PERÚ, Soles 10.—
*PUERTO RICO, Dólares 0,30
*R. DOMINICANA, Pesos 0,30
URUGUAY, Pesos 4,50
*VENEZUELA, Bolívares 1,50

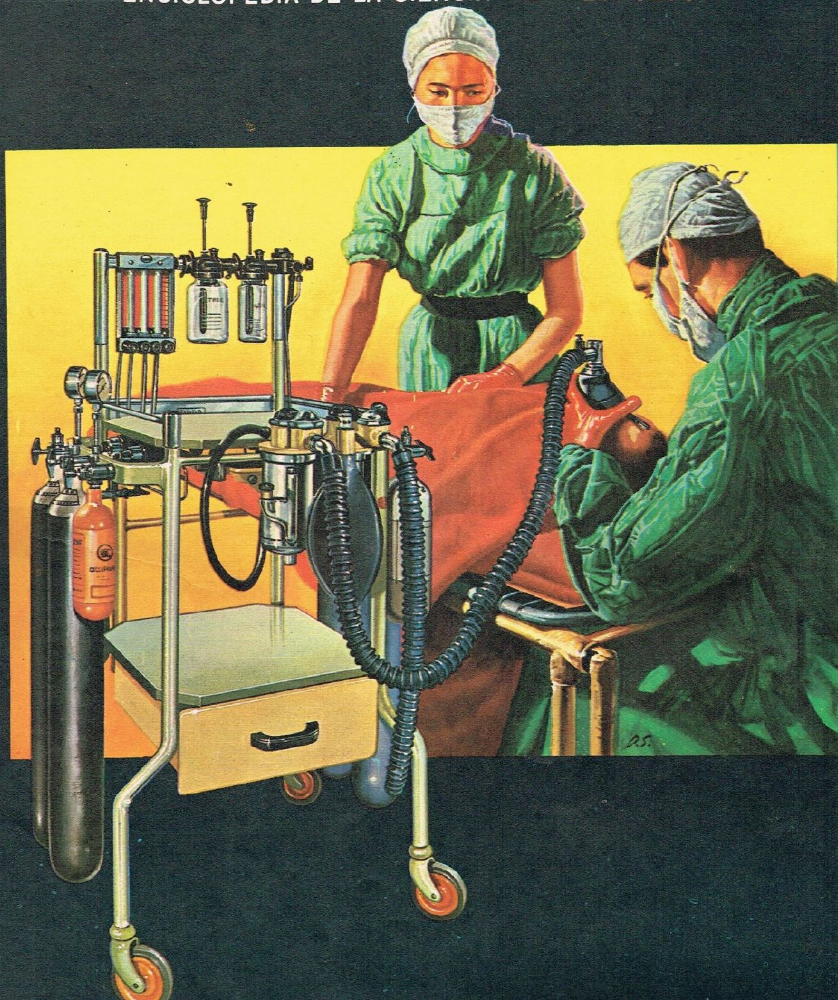
Aparece todas las semanas

* Distribución a partir del 28 de diciembre de 1964.

Nº 64

tecnirama

ENCICLOPEDIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA ®



AUTORES CONSULTADOS SOBRE TEMAS ESPECIALES DE ESTE NÚMERO: **W. H. CROUSE** (General Motors Corporation), la tracción delantera. **S. YAMAGUTI** (Universidad de Okayama), el acuario. **E. A. FATH** (Carleton College), nacimiento y muerte de las estrellas. **M. S. KIVER** (Electronic Packaging and Production), el transistor triodo. **K. A. KOBE** (Universidad de Texas), graptolitos. **J. A. LARRIVEE** (Lockheed Aircraft Corp.), calculadoras electrónicas. **A. W. HAUPT** (Universidad de California), helechos. **E. M. PAPPER** (Columbia University College of Physicians and Surgeons), administración de anestésicos. **E. JIMENO** (Universidad de Madrid), alotropía.

TECNIRAMA ®, Enciclopedia de la ciencia y la técnica de hoy, es una obra sistemática que se publica en forma de semanario encuadernable. Una vez eliminadas las cubiertas de los ejemplares, las páginas interiores numeradas forman un curso progresivo. Dichos fascículos se coleccionan cómodamente en prácticas tapas-libro para trece números cada uno, que aparecen trimestralmente e incluyen los índices temáticos y alfabéticos completos del tomo.

Publicada en Argentina por
EDITORIAL CODEX S.A.
BOLÍVAR 578 BUENOS AIRES



AÑO II
TOMO V
Nº 64

SUMARIO

Distribuidores, agentes de suscripciones y venta de ediciones anteriores: ARGENTINA: Distribuidora Universal S.R.L., Herrera 513, Buenos Aires. **COLOMBIA:** Distribuidora Tequendama S. A., Carrera 13 Nº 18-38, 3er. Piso, Bogotá. **COSTA RICA:** Carlos Valerín Sáenz y Cía., Apartado 1924, San José. **CHILE:** Publichile S. A., Manuel Rodríguez 866, Santiago. **ECUADOR:** Muñoz Hnos., Bvard. 9 de Octubre 732, Guayaquil. **EL SALVADOR:** Librería Hispanoamérica, Emilio J. Simón y Cía., 1ª calle Oriente y 4ª Avenida Norte, San Salvador. **ESPAÑA:** Distribuidora Europea de Publicaciones (DISEUROPA), Córcega 414, Barcelona. **GUATEMALA:** De La Riva Hnos., 9ª Avenida 10-34, Guatemala. **HONDURAS:** Librería Navarro, Calle Real, Comayagüela D.C. **MÉXICO:** Distribuidora Publex S.A. (DISPUBLEX), Dir. responsable: Marcial Frigolet Lerma, Bolívar 154, México, D.F. **NICARAGUA:** Ramiro Ramírez Valdez, Avda. Bolívar Sur 302 A, Managua. **PANAMÁ:** Agencia Internacional de Publicaciones, Apartado 2052, Panamá. **PERÚ:** Distribuidora Limac S. A., Avda. Bolivia 154, Lima. **PUERTO RICO:** Matías Photo Shop, Fortaleza 200, San Juan. **REPÚBLICA DOMINICANA:** Librería Dominicana, Mercedes 49, Santo Domingo. **URUGUAY:** Distribuidora Paysandú S. A., Ing. Luis P. Ponce 1432, Montevideo. **VENEZUELA:** Distribuidora Guaicaipuro C. A., Principal a Santa Capilla 4, Caracas - Distribuidora Continental S. A., Ferrenquín a La Cruz 178, Caracas.

TEMA DE LA CUBIERTA:

ADMINISTRACIÓN DE ANESTÉSICOS en circuito cerrado, utilizando un aparato móvil. Este sistema se puede adaptar para suministrar oxígeno, óxido nitroso y ciclopropano. Puede añadirse también bióxido de carbono.

Correo Argentino Central B — TARIFA REDUCIDA — CONCESIÓN Nº 7271

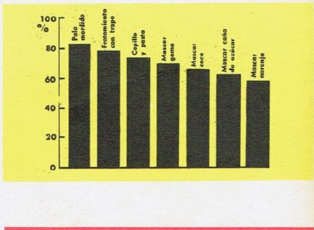
Imprimió Cía. Fabril Financiera Iriarte 2035, Bs. As., Argentina



NOTICIAS DE HOY

Alcohol para automóviles. — Según unos trabajos realizados en el "Southwest Research Institute" de San Antonio (Texas), una mezcla combustible con un 25 % de alcohol etílico absoluto y un 75 % de gasolina no etilada (sin plomo tetraetilo) reduce en un 10 %-30 % la cantidad de hidrocarburos no quemados en los cilindros del motor de un automóvil. La mezcla se puede consumir sin necesidad de modificar el motor.
Otra ventaja importante es que disminuye también, en un 20 %, los depósitos carbonosos en el motor.
Sin embargo, los técnicos de los laboratorios de investigaciones de la General Motors opinan que esta mezcla alcohol-gasolina no es aceptable comercialmente, a menos que se modifiquen los carburadores actuales.

La mejor forma de limpiar los dientes. — La limpieza de los dientes es un problema que ha preocupado al hombre de todos los tiempos y de todas las latitudes. En el mundo civilizado se utiliza el cepillo para los dientes. El palillo de dientes que se utiliza en todo el mundo no es reciente, ni mucho menos. El más antiguo que se conoce es uno de oro que se encontró en una tumba real de Ur (bajo Éufrates), y data de 3.500 años antes de Cristo. En Babilonia se limpiaban los dientes frotándolos con fibras de lino, que se enrollaban en un dedo. Hoy día, en los Estados Unidos, es muy popular el cepillo eléctrico.
Para determinar los procedimientos de limpieza más eficaces, el profesor Emslie, del Hospital Guy de Londres, ha realizado una curiosa experiencia en el Sudán. Grupos de individuos se limpiaban los dientes mediante diversos métodos, que incluían el del palo mordido por el extremo para dejar un penacho de fibras sueltas, el frotamiento con un dedo envuelto en un trapo, el cepillo clásico y pasta de dientes, la goma mascada, los tallos fibrosos de caña de azúcar, las naranjas, etcétera.
El mejor resultado se consiguió con el procedimiento del palo mordido, que, a semejanza de un cepillo, se puede introducir por los intersticios de los dientes. Pero lo más sorprendente fue que el procedimiento del trapo fue también mejor que el del cepillo de dientes con pasta dentífrica. A continuación, se clasificaron el cepillo de dientes, y los diversos procesos de masticar goma, pasta fibrosa, caña de azúcar y naranjas.
Hay que advertir que los individuos en los que se probó el método del palo mordido, estuvieron dos días antes sin limpiarse los dientes por ningún procedimiento. Debido a esto, es posible que el resultado obtenido fuera más espectacular.
En la figura adjunta se expresan gráficamente los resultados de esta experiencia.

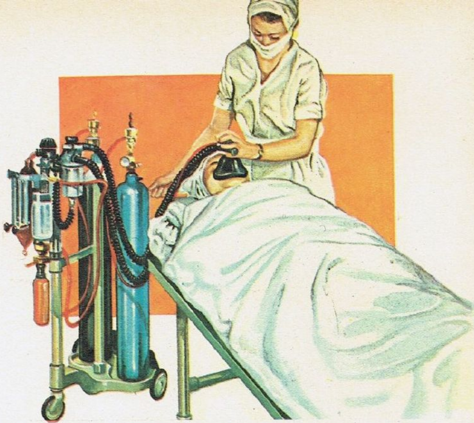




NOTICIAS DE MAÑANA

¿Se puede comer la carne de los animales salvajes? — El "apacentamiento" controlado de los animales salvajes puede proporcionar un valioso suplemento dietético para los africanos, consiguiendo, por otra parte, que se salve de la extinción una serie de especies. Hasta ahora no se han publicado datos sobre la calidad nutritiva de las proteínas de este posible alimento, pero los análisis realizados por el "Instituto de Productos Tropicales de Londres", de carnes de elefante, cebú, cebra y otros animales salvajes, demuestran que su composición en aminoácidos es semejante a la que tienen las carnes de los animales domésticos, tales como el cerdo, la vaca o el cordero, lo que demostraría su considerable valor alimenticio.

ADMINISTRACIÓN DE ANESTÉSICOS



Un aparato móvil para anestesia general, en funcionamiento. Un aparato de este tipo puede adaptarse para administrar oxígeno, óxido nitroso y ciclopropano u oxígeno, óxido nitroso, ciclopropano y bióxido de carbono.

Cuanto mayor sea el desarrollo de una célula, mayor será su consumo de oxígeno. Por lo tanto, las células del cerebro requerirán más oxígeno que las demás células del cuerpo. Y entre aquéllas, las de los centros superiores —como los responsables de la memoria—, necesitan más cantidad de él que las de los centros inferiores. Cuando un paciente inhala una mezcla conveniente de gases —por ejemplo, óxido nitroso y oxígeno—, que contiene oxígeno suficiente para permitir el funcionamiento de los centros inferiores, pero no todo el que necesitan los centros superiores, se producirá entonces la inconsciencia o *anestesia*. Por lo tanto, la administración de oxígeno con un gas como el óxido nitroso se realiza a concentración crítica. Anestésicos más potentes —como el éter o el tricloroetileno— reaccionan químicamente con las sustancias lipoides de las células cerebrales y les impiden utilizar la proporción de oxígeno habitual. Por lo cual, mientras se restringe el aporte de oxígeno a las células cerebrales superiores, los centros inferiores del cerebro y otros órganos, como los riñones, reciben todo el que necesitan.

Los efectos de cada anestésico, en las distintas partes del cuerpo, pueden variar de modo considerable, y varían también según las personas, en función de su estado de salud y de su edad. La elección de un anestésico depende, pues, de la operación que haya de efectuarse y de las condiciones físicas del paciente. Algunos anestésicos, como el "Pentotal", se utilizan para producir sueño, y luego se usa otro, como la mezcla oxígeno-óxido nitroso, para mantener dicho estado.

GRADOS DE LA ANESTESIA

La anestesia puede dividirse en cuatro grados; cada grado representa un nivel distinto en su profundidad.

El primer grado es el de *analgesia*. El paciente no pierde la consciencia y es capaz de comprender las preguntas que se le dirijan y responder a ellas. La respiración es regular, y la mandíbula conserva el tono normal, así como la garganta y la musculatura de la lengua, de modo que el paso del aire entre la lengua y la tráquea puede ser llevado a cabo por el paciente sin necesidad de utilizar un tubo. Este estado de analgesia está particularmente indicado en el caso de las parturientas, ya que el dolor queda aminorado, de forma que ellas pueden participar activamente en el alumbramiento.

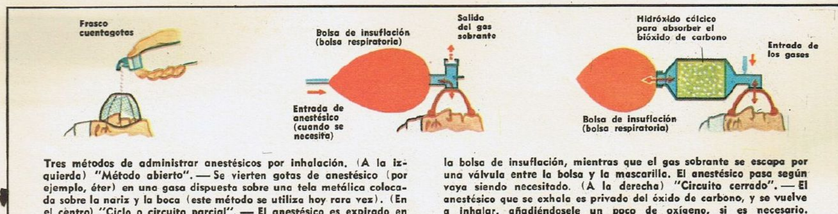
Las operaciones dentales también pueden efectuarse con analgesia. Se han diseñado varias máquinas portátiles capaces de producirla y de mantenerla sin llegar a alcanzar el segundo grado de la anestesia. Igualmente se pueden utilizar otros aparatos para producir cualquier grado de anestesia.

El segundo grado es el llamado de *excitación*. La respiración se hace irregular y profunda, y se pierde la consciencia. Los globos oculares "orbitan" de modo desordenado y el tamaño de la pupila puede aumentar. Muchas veces se producen movimientos en los miembros superiores o inferiores. El período que empieza con la administración de anestésico y acaba cuando se ha alcanzado el nivel correcto de anestesia, recibe el nombre de *inducción*.

Cuanto más rápidamente tenga lugar la inducción, menor probabilidad habrá de que la "excitación" sea excesiva. La ausencia de ruido también ayuda a alcanzar rápidamente, y sin alteraciones, la inducción de la anestesia. Este segundo grado es demasiado ligero para que pueda operar el cirujano, y demasiado profundo para una parturienta, en un parto normal.

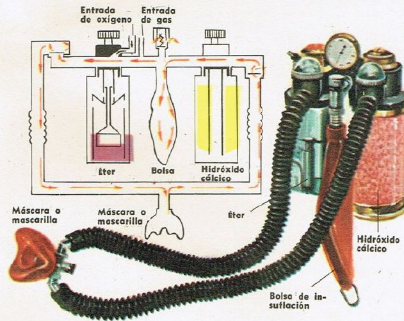
El tercer grado es la *anestesia quirúrgica*. Se subdivide a menudo en otros cuatro grados, pero aquí sólo interesa considerar dos de las subdivisiones, la *ligera* y la *profunda*.

La anestesia quirúrgica ligera disminuye las acciones reflejas lo suficiente para poder evitar los movimientos de los miembros cuando se lleva a cabo una incisión en la piel. Se pierde el reflejo palpebral y la respiración se torna profunda y regular (si los párpados se cierran por sí solos después de haber sido alzados, es señal de que todavía existe el citado reflejo). Los músculos abdominales y los del intestino no han alcanzado todavía un grado conveniente de relajación, por lo que debe administrarse una



Tres métodos de administrar anestésicos por inhalación. (A la izquierda) "Método abierto". — Se vierten gotas de anestésico (por ejemplo, éter) en una gasa dispuesta sobre una tela metálica colocada sobre la nariz y la boca (este método se utiliza hoy rara vez). (En el centro) "Ciclo o circuito parcial". — El anestésico es expirado en la bolsa de insuflación, mientras que el gas sobrante se escapa por una válvula entre la bolsa y la mascarilla. El anestésico pasa según vaya siendo necesitado. (A la derecha) "Circuito cerrado". — El anestésico que se exhala es privado del óxido de carbono, y se vuelve a inhalar, añadiéndosele un poco de oxígeno, si es necesario.

anestesia más profunda para las operaciones intestinales. Las pupilas se contraen y el paciente se encuentra inconsciente e insensible al dolor.
En la anestesia quirúrgica profunda, la respiración se hace más ligera, los globos oculares quedan fijos y las pupilas empiezan a dilatarse. Los músculos se encuentran muy relajados, y los de las costillas no juegan prácticamente ningún papel en los movimientos respiratorios. La mayoría del trabajo es llevado a cabo por el diafragma y los músculos abdominales. La anestesia quirúrgica profunda o su equivalente debe alcanzarse y mantenerse en la mayoría de las operaciones abdominales.
Actualmente, la relajación profunda se obtiene por medio del empleo de drogas —como el curare, que relaja los músculos y produce una anestesia más ligera—. Si se suministra demasiado anestésico, se alcanza el cuarto grado: la *parálisis respiratoria*. Las señales más significativas de ésta son el cese de la respiración y la dilatación total de las pupilas. Deben tomarse medidas inmediatas para disminuir el estado de anestesia y evitar daños en el sistema sanguíneo, que acarrearía la muerte del paciente. La más usual consiste en ventilar, de modo artificial, los pulmones con oxígeno.
No debe atribuirse demasiada importancia a los cambios que sufre la pupila, en especial si el paciente ha sido tratado anteriormente con sedantes. Quizás el factor que más interesa observar sea la respiración. Los movimientos de la bolsa de insuflación (bolsa respiratoria) deben compararse con los del diafragma y los del abdomen. Si es posible, conviene mantener la anestesia en niveles superficiales y profundizarla en el momento en que sea necesaria una mayor relajación. La anestesia profunda prolongada puede producir un "shock" posoperatorio, y es probable que se presenten complicaciones, sobre todo en los pulmones.
Mientras que el cirujano opera, el anestesista debe ir observando cuidadosamente las señales de debilitación de la profundidad de la anestesia. También debe fijarse en el estado general del paciente. Esto incluye el anotar las pulsaciones y su ritmo, y compararlas con las gráficas de temperatura del paciente con anterioridad. Asimismo, es necesario comprobar a intervalos la presión sanguínea.
La profundidad de la anestesia requerida depende de la operación que se haya de efectuar. Naturalmente se necesitará que su grado sea más profundo para realizar una extracción de amígdalas (amigdalotomía) que la de un diente. Para extraer las amígdalas, deben eliminarse los reflejos de la parte superior de la tráquea o laringe, y evitar así que quede estrangulado el paso de aire entre la boca y la tráquea. En una operación de hernia se requiere una anestesia de mayor profundidad, tal que relaje los músculos de la cavidad abdominal. Es preciso una anestesia profunda cada vez que haya que efectuar una gran incisión en el abdomen. Una operación de este tipo recibe el nombre de *laparotomía*. Se utilizan a menudo relajadores de los músculos, en conjunción con los anestésicos, para suprimir los reflejos en el campo operatorio y producir una relajación muscular profunda. Hasta hace poco, la relajación extrema de los músculos sólo se obtenía por medio de una anestesia profunda, la cual tiene el inconveniente de producir efectos secundarios no deseables. Sin embargo, en 1942, Griffiths, en Montreal, utilizó curare preparado de manera especial, para producir la relajación necesaria del músculo con sólo una ligera anestesia. Esto significó un camino nuevo en el empleo de los anestésicos, ya que así el grado necesario de relajación muscular podía obtenerse rápidamente, sin los desagradables efectos secundarios de una anestesia profunda prolongada.



Unidad para anestesia en circuito cerrado y esquema del circuito. Las flechas indican la dirección de los gases inspirados y expirados.

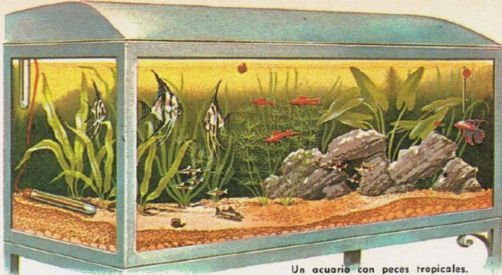
RELAJADORES MUSCULARES

El efecto principal de los relajadores musculares consiste en producir una buena relajación, mientras que la anestesia se mantiene lo más ligera posible. Con los adelantos producidos en cirugía es posible, incluso, paralizar el diafragma y otros músculos respiratorios, y permitir la respiración artificial del paciente, mientras su caja torácica permanece abierta. (Con la caja torácica en esas condiciones, no puede producirse la respiración normal.) Se pueden colocar tubos que desciendan por la tráquea, es posible reprimir los accesos de tos, etc.
Para operaciones de larga duración, la droga más usada es el *curare*. Otros relajadores son el *Flaxedil* (gallamine triethiodide) y el *Suxamethonium* (succinylcholine). El último se utiliza cuando se necesitan obtener períodos de relajación muy breves, como en la extracción de la muela del juicio.
Los relajadores musculares no se suministran al paciente hasta que no está dormido, y, mientras duran los efectos paralizantes, debe permanecer anestesiado. Cuando se necesita un grado elevado de relajación, como en el caso de las operaciones abdominales, el anestesista debe, con frecuencia, ayudar a mantener la respiración del paciente, ya que los músculos respiratorios pueden encontrarse paralizados en gran medida.

APARATOS DE ANESTESIA

Cualquiera que sea el método utilizado para administrar los anestésicos, es necesario mantener siempre un camino libre para el aire.
La anestesia puede llevarse a cabo de tres modos distintos: (1) *método abierto;* (2) *ciclo o circuito parcial;* (3) *ciclo o circuito cerrado*.
Un sistema abierto consiste principalmente en una rejilla o tela metálica que se coloca encima de la nariz y de la boca. Se coloca sobre ella una gasa u otro material absorbente y se vierten gotas del anestésico (éter, cloruro de etilo o cloroformo) en la gasa. El aire que se respira a través de la mascarilla conduce el anestésico hasta los pulmones, y de allí pasa a la sangre. El bióxido de carbono que se expira puede pasar a través de la mascarilla. Naturalmente, al mismo tiempo, parte del anestésico se dispersará en la atmósfera, por lo que este método no resulta el más económico pese a ser el más indicado. En la actualidad, los métodos abiertos se utilizan poco, excepto en operaciones de urgencia, cuando no se puede disponer de métodos más modernos en un plazo de tiempo razonable, como ocurre en el caso de catástrofes mineras, etc., y han sido sustituidos por métodos que utilizan un sistema de ciclo o circuito.
Los sistemas de circuito utilizan una especie de depósito —bolsa respiratoria—. Esta bolsa proporciona, en primer lugar, un depósito donde se encuentra el gas anestésico necesario para una inspiración. Es también una guía útil para los movimientos respiratorios, y puesto que la "atmósfera" vuelve a ser respirada, resulta económico.
En un sistema de circuito o ciclo parcial, el anestésico expirado vuelve a pasar por la bolsa de insuflación (bolsa respiratoria). Cuando ésta se llena, el exceso pasa a la atmósfera por una válvula situada entre la máscara y la bolsa. El aparato para anestesiar proporciona más vapor de anestésico cuando es necesario. El suministro de anestésico puede ser *constante* o *intermitente*. En el primer caso, hay un paso constante de anestésico a la bolsa, pero el volumen de gas que se suministra es inferior al volumen total de la mezcla aspirada por el paciente, para permitir cierto ciclo y evitar que se pierda un exceso de vapor.
En el tipo intermitente, el anestésico sólo pasa en el momento de la inspiración y deja de hacerlo en el de la expiración. Lo que el paciente aspira consiste, en parte, en gases que ya ha expirado, y en parte en gases nuevos. Este es un método muy económico y la pérdida de vapor de agua por la respiración se reduce a un mínimo.
En un sistema de circuito o ciclo cerrado se recoge todo el aire expirado, se le priva del bióxido de carbono pasándolo a través de un filtro de hidróxido cálcico, y el anestésico puede volverse a inhalar con una pequeña cantidad de oxígeno que se añade cada vez, para mantener siempre la misma concentración. Este es el método más económico y, como el sistema es cerrado, no pasa anestésico a la atmósfera de la sala de operaciones. El aire expirado pierde también poco calor.

EL ACUARIO


Un acuario con peces tropicales.

Muchas de las plantas y de los animales recogidos durante las excursiones, en las charcas y arroyos, pueden guardarse en casa en un acuario, donde es posible estudiarlos con mayor comodidad y precisión.

Pero la utilidad de un acuario no debe restringirse a la conservación de las especies locales, sino que se puede comprar peces tropicales a precios muy asequibles, para contemplarlos y estudiarlos cómodamente también.

El recipiente más barato es uno de vidrio, rectangular. Es posible adquirir otros tipos especiales de acuarios, pero resultan más caros. Al elegir el que fuere, lo esencial es que la superficie tenga un área lo bastante grande para proporcionar a sus ocupantes el oxígeno necesario. En cuanto a la profundidad del recipiente, es de menor importancia que lo otro, ya que la cantidad de agua que se encuentra en contacto con el aire depende únicamente del área de la superficie, y cuanto mayor sea ésta, mayor cantidad de oxígeno se disolverá en aquélla. El acuario debe colocarse de modo que los rayos del sol no le alcancen directamente, puesto que la luz solar favorece el crecimiento de algas en sus paredes.

Para dar al acuario un aspecto lo más parecido posible al medio natural, se recubre el fondo, primero, con una capa de grava gruesa, y luego con una capa de arena fina (no de la empleada para la construcción). Tanto la grava como la arena han de lavarse previamente, para eliminar cualquier materia, pues de lo contrario contaminaría el agua. Una vez que se ha llenado de líquido el acuario, hay que dejar pasar varios días para que la arena, puesta en movimiento hacia la superficie, vuelva a sedimentarse en el fondo. Luego se colocan las plantas, que pueden sujetarse con piedras enterradas en la grava y la arena. Los tipos preferidos son la *Elodea*, la *Sagitaria* (indicada para grandes acuarios), la *Vallisneria* y el *Ceratophyllum*. Además de embellecer el acuario, las plantas, durante el día, utilizan el óxido de carbono espirado por los peces, y producen oxígeno, lo que compensa el que ha sido gastado por los animales a efectos de la respiración. Proporcionan también alimento a los hervíboros.

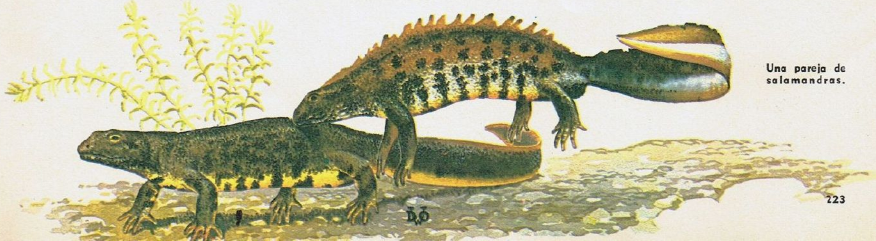
Debe dejarse que transcurran varios días para que las plantas echen raíces, antes de introducir los animales, como ha de necesitarse el paso de cierto tiempo también para que, entre las plantas y los animales, y las distintas especies de éstos entre sí, llegue a alcanzarse un equilibrio correcto. En el acuario no se debe poner demasiados animales, pues se enturbiaría el agua. Las plantas sólo pueden producir una cantidad determinada de oxígeno; si hubiera un exceso de animales, agotarían demasiado pronto el oxígeno disponible, y se acumularían los materiales de desecho. Es indispensable evitar que haya carnívoros demasiado grandes o en gran número (por ejemplo, ditíscidos, ninfas de libélula), ya que devorarían rápidamente a la mayoría de los demás animales. Sin embargo, se puede conservar una variedad de especies mayor, dividiendo el acuario en compartimientos, con láminas de cinc perforadas.

Los primeros seres que se han de introducir son caracoles de agua. Impiden que se desarrollen algas en las paredes del acuario, al rasparlas con sus lenguas rugosas. Las pulgas de agua, fáciles de encontrar en las charcas, proporcionan alimento para los carnívoros: ditíscidos, pequeños peces, nepas. También se pueden incluir pequeñas lagartijas de agua y varias clases de larvas de insectos (como efémeras y moscas de carcaj). Algunos peces requieren mayores cantidades de oxígeno, y será necesario disponer algún artificio, como, por ejemplo, una bomba, para proporcionarlo.

Si queremos guardar peces tropicales, habrá que calentar el agua. Una temperatura de unos 21° C es la normal. Los calentadores —elementos encerrados en un tubo de vidrio y equipados con un termostato— se venden en los comercios del ramo y gastan poca corriente. La temperatura debe mantenerse lo más constante posible, y no es conveniente alimentar a los peces demasiado, ya que la comida que no lleguen a consumir se descompondrá muy rápidamente en el agua templada y lo ensuciará todo en seguida.

Es muy difícil mantener una población adecuada de pulgas de agua (*Dafnias*), ya que los peces las devoran muy rápidamente.

Se pueden comprar, sin embargo, *Dafnias* vivas junto con larvas de ditíscidos, lombrices en polvo, y otras larvas. Éstas proporcionan alimento "vivo" muy conveniente. También pueden utilizarse *Dafnias* secas, alimentos preparados y ninfas de hormiga.


Una pareja de salamandras.

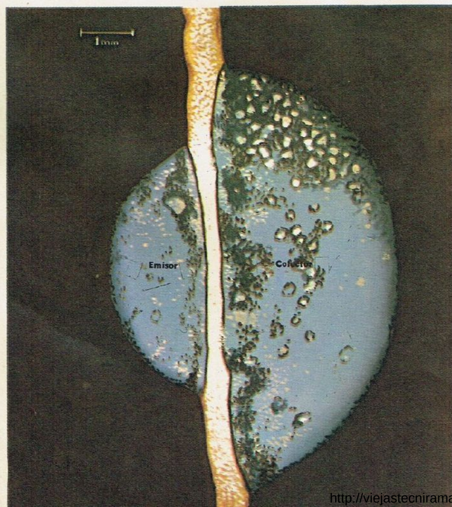
EL TRANSISTOR TRIODO

Cuando se introduce en un trozo de silicón o un cristal de germanio una pequeñísima cantidad de un elemento *donante,* como el fósforo o el arsénico, se forma un semiconductor de *tipo n.* Si se introduce en el mismo material un elemento *receptor,* como el indio o el boro, se forma un semiconductor de *tipo p.* El semiconductor de tipo n, contiene un cierto número de electrones libres (que no forman enlace), mientras que el semiconductor de tipo p contiene un cierto número de "huecos" libres, producidos por la falta de un número suficiente de electrones para satisfacer los enlaces de valencia en la red del cristal.

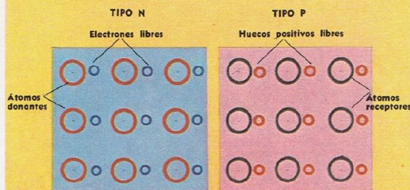
Si un material de tipo p se une a otro de tipo n, se forma un artificio que actúa como un *diodo.* Si se coloca un trozo muy delgado de material de tipo n, emparedado entre dos trozos de material de tipo p, o bien un trozo muy delgado de material de tipo p, entre dos trozos de material de tipo n, se forma un *transistor triodo.* Llamamos transistor triodo *p-n-p* al dispuesto conforme al primer modo, y transistor triodo *n-p-n* al que presenta la segunda disposición.

Estos tipos de transistores se pueden utilizar en los circuitos electrónicos para efectuar la mayoría de las funciones de un triodo termoiónico ordinario.

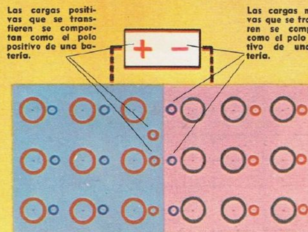
Corte en sección de un transistor triodo típico, en el que se ve la lámina delgada que forma la "base" emparedada entre las láminas del "emisor" y del "colector".



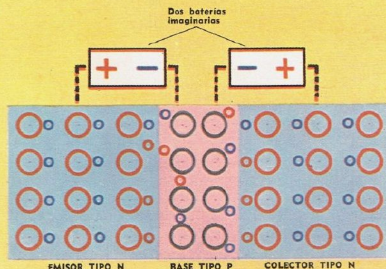
En un semiconductor de tipo n, los átomos de la impureza donante proporcionan electrones libres que pueden conducir la corriente. En un semiconductor de tipo p, los átomos receptores de la impureza proporcionan huecos positivos, que también pueden conducir la corriente.



Cuando se une una pieza de material de tipo n a otra de tipo p, algunos electrones libres y huecos positivos atraviesan la línea de unión y neutralizan sus cargas eléctricas respectivas. Sin embargo, tanto el material de tipo p como el de tipo n son, por lo general, eléctricamente neutros (cada carga libre está neutralizada por cargas que se encuentran en el retículo fijo). El paso de cargas a través de la línea de unión conduce a una acumulación de carga a ambos lados de la unión, estando la carga positiva en el lado del tipo n, y la negativa en el lado del tipo p. Su efecto equivale a situar una imaginaria "batería" a través de la unión. La "batería" evita una posterior transferencia de carga a través de la unión.



Si se coloca una capa finísima de material de tipo p entre dos pedazos de material de tipo n, hay transporte de cargas a través de las dos uniones, que provocan la formación de dos "baterías".

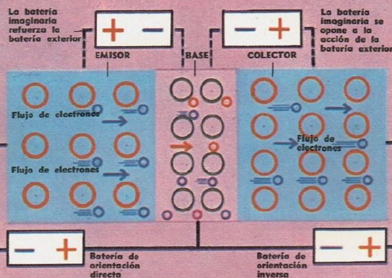


En un transistor triodo n-p-n, una de las capas de tipo n recibe el nombre de "emisor" y la otra el de "colector". La capa de tipo p, se llama "base". Cuando se conecta una batería exterior entre el emisor y la base, los electrones libres que se encuentran en el emisor son rechazados por el polo negativo y se dirigen hacia la base. Aquí, unos cuantos electrones se combinan con unos cuantos huecos positivos, pero la base es muy delgada y el número de huecos en ella es muy pequeño; de modo que, prácticamente, todos los electrones pasan por la segunda unión.

Hay una fuerza que se opone al paso de electrones a través de la unión entre el emisor y la base, pero es pequeña, porque el sentido en el que está conectada la "batería" imaginaria "refuerza" la batería exterior. Esta forma de conectar la batería exterior recibe el nombre de "orientación directa".

En la unión entre la base y el colector, la batería imaginaria "se opone" al paso de los electrones, ya que está conectada en el sentido opuesto al de la batería exterior. Se dice entonces que esta unión es de "orientación inversa". Sin embargo, la segunda batería exterior refuerza la primera batería exterior, para llevar los electrones a través de la segunda unión, ya que las dos baterías están conectadas en serie. De hecho, aproximadamente el 98 % de los electrones que parten del emisor llegan hasta el colector.

El efecto total conseguido, al conectar dos baterías exteriores al transistor triodo, es el de forzar a los electrones a pasar desde el emisor hasta el colector, atravesando dos barreras, una después de otra. La primera barrera (por ser de orientación directa) es de poca importancia. La segunda barrera (por ser de orientación inversa) es mucho más importante. La "corriente" que pasa a través de las dos uniones es, sin embargo, prácticamente la misma.



La acción de un transistor triodo n-p-n puede compararse con el chorro de agua de una manguera.

Si el chorro es muy potente, se puede suponer que su trayectoria es una línea recta, que no está influida por la ley de la gravedad. Si el chorro se dirige de modo que debe evitar una cuerda que forma una barrera en A, y luego otra cuerda más alta en B, alcanzará el muro en el punto C. El chorro viene impulsado por la presión del agua en la manguera, y la cantidad de agua que alcanza C es prácticamente igual a la que sale de la manguera.

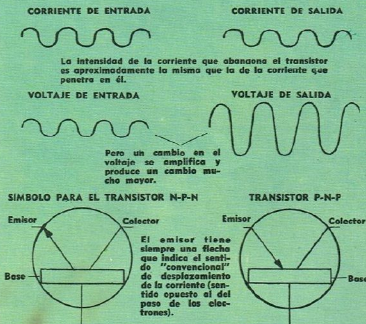
En el transistor, la corriente eléctrica es impulsada por la "presión" eléctrica (voltaje), procedente de una batería exterior, que debe atravesar una barrera pequeña en la primera unión y otra mucho mayor en la segunda unión. La mayor parte de la corriente que surge del emisor alcanza el colector.



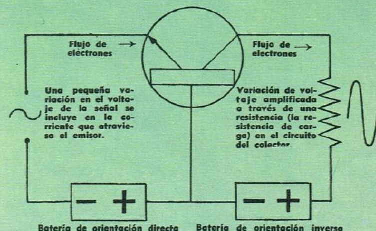


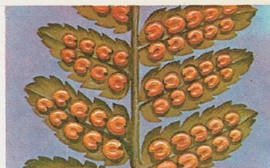
Si ahora se desplaza ligeramente la manguera siguiendo un movimiento vertical, pero de modo que sigan siendo franqueadas las barreras en A y en B, un desplazamiento pequeño al extremo de la manguera se transforma en un movimiento amplio en el chorro que alcanza la pared. La cantidad de agua que parte de la manguera sigue siendo aproximadamente igual a la que alcanza la pared.

De modo similar, en un transistor, un cambio pequeño de voltaje entre el emisor y la base (el extremo de la "manguera") es "amplificado", produciendo un marcado cambio en el voltaje entre el colector y la base (el "muro"). La intensidad de la corriente no varía.



El transistor n-p-n se utiliza cuando se quiere amplificar voltajes. El transistor p-n-p también puede ser utilizado en el mismo sentido; su empleo será descrito en futuros artículos.





Anverso de una parte de hoja de helecho macho, mostrando las láminas de tejido que protegen a las cápsulas de esporas.

HELECHOS

Junto con los licopodios y las colas de caballo (*Equisetum*), los helechos (*Filicales*) pertenecen al grupo de plantas llamadas *Pteridófitas*, que incluye también las plantas terrestres más antiguas que se conocen, fósiles del período devoniano. La mayoría de los helechos poseen raíz, tallo y hojas. Tienen también una red complicada de canales, a cuyo través el agua y los alimentos se desplazan por la planta, lo cual significa un claro progreso en relación con el estado alcanzado por los musgos y los líquenes.

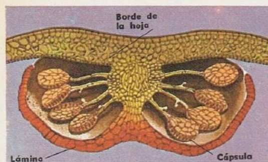
Excepto en los helechos arborescentes tropicales y subtropicales, que pueden llegar a tener más de 20 metros de altura, el tallo es corto, y, por lo general, permanece soterrado. No suele estar ramificado, pero en algunas especies existe un *rizoma* (tallo subterráneo), que sí lo está, de cuyas ramas surgen nuevas hojas. Hecho al que se debe que éstas proliferen con tanta rapidez. Las hojas de helecho (*frondes*) son, por lo regular, anchas, y están subdivididas en lóbulos más pequeños, aunque las hojas de la "lengua de ciervo" sean *enteras*. Entre las dos existe una amplia diversidad, en cuanto al grado de división de las hojas. Las raíces nacen en el tallo y en la base de las hojas. Son todas *adventicias* (es decir, no son ramificaciones de la raíz original). Carecen de flores.

Lo dicho tan brevemente hasta aquí puede considerarse, sin embargo, una descripción completa del helecho, ya que hay que distinguir en su vida dos etapas, puesto que muestra una *alternancia de generaciones*. Lo descrito hasta ahora pertenece a la generación *diploide*, cuyas células contienen todas *dos* guarniciones cromosómicas. Esta generación lleva esporas, y por eso recibe también el nombre de *esporofito*. Las esporas tienen una sola guarnición cromosómica y desarrollan una generación *haploide*, cuyas células tienen asimismo *una* sola guarnición cromosómica. Las células sexuales (*gametos*) son producidas en esta generación, por lo cual es llamada *gametofito*. Este último es pequeño y poco visible, y, por lo general, su vida es corta, al revés de lo que ocurre en los musgos y líquenes, donde un esporofito diploide tiene una vida de poca duración, mientras que la planta se encuentra, generalmente, en la fase sexual (haploide). En los helechos, al igual que en todas las plantas superiores, el estado principal es el diploide (es decir, que tiene dos guarniciones cromosómicas).

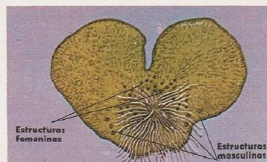
El ciclo vital de un helecho podría comprenderse mejor mediante un ejemplo. El helecho macho, *Dryopteris filix-mas*, está muy extendido por toda la zona templada del Norte, y se encuentra también en África y en la India. Vive en los setos, los bosques, las orillas de los ríos y en los brezales. El tallo tiene una estructura leñosa subterránea, de la que brota anualmente una corona de grandes hojas (de más de un metro). Las hojas tardan dos años o un tiempo mayor en desarrollar-



En el helecho macho, una corta rama subterránea da origen, cada año, a una gran corona de "frondes". Cada hoja lleva numerosos grupos de cápsulas de esporas en su parte inferior.



Las cápsulas de esporas y sus láminas protectoras, vistas en sección. Las células engrosadas de las cápsulas son sensibles al agua.



Protalo visto desde abajo. Las estructuras sexuales (tanto la masculina como la femenina) se desarrollan entre los rizoides del protalo.

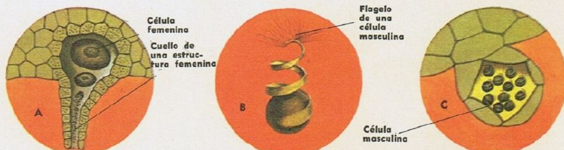
se, siendo posible ver las hojas del año siguiente estrechamente enrolladas (circinadas) en la cima del tallo. Como ocurre en la mayoría de los helechos, las hojas se van desenrollando desde la base y se encuentran cubiertas, al principio, por una "borra" de color pardo. Cuando se van marchitando las bases, quedan unidas al tallo, que por ello se torna más grueso cada año.

En la base de las hojas maduras aparecen muchas manchas de coloración castaña, formando dos hileras en cada división de la hoja. Si se examinan detalladamente, se verá que las manchas consisten en una serie de protuberancias pedunculadas, cubiertas por una lámina con forma de paraguas. Las protuberancias son las cápsulas de las esporas, y cada grupo recibe el nombre de *soro*. La forma y la organización de estos grupos difieren de unas especies a otras. En la "lengua de ciervo" se encuentran en líneas paralelas, protegidos por dos láminas de tejido. En otros tipos, los soros están ordenados a los lados de los segmentos de las hojas, y son protegidos por un repliegue de éstas. En algunas especies, las cápsulas con las esporas están descubiertas.

Los grupos de cápsulas de esporas, generalmente, se encuentran en las hojas ordinarias, pero en ciertas especies —como el helecho duro (*Blechnum sp.*)— hay dos tipos de hojas, y sólo uno de ellos produce las esporas. El helecho real (*Osmunda*) únicamente produce esporas en una parte determinada de sus hojas.

En el interior de las cápsulas de esporas, las células llegan a dividirse por el proceso de *miosis,* durante el cual el número de cromosomas de cada célula se divide por dos. Las esporas resultantes tienen entonces una sola guarnición cromosómica. Cuando las esporas están maduras, las láminas que las protegen se secan, y las cápsulas se abren liberando nubes de esporas minúsculas. Éstas son muy resistentes a la sequía y necesitan mucha humedad para germinar. Cada espora desarrolla una fina lámina de células verdes. Éstas forman la generación sexual (*gametofito*), llamada también *protalo.* Éste es similar en la mayoría de los helechos, tiene forma de corazón y lleva un cierto número de rizoides en el envés. Las estructuras sexuales se desarrollan también en dicho envés. Como regla general, las estructuras de los dos sexos aparecen en un mismo protalo, pero algunas especies poseen dos tipos de protalo (y, por tanto, dos tipos de espora). Las estructuras masculinas son esféricas, y las femeninas en forma de botella. Cuando la célula femenina está madura y hay bastante humedad, la "botella" se abre y exuda un líquido viscoso. Éste atrae a las células masculinas, que se liberan también cuando el tiempo está húmedo. Dichas células son cuerpos activos que nadan por medio de flagelos; se unen con las femeninas para formar el *embrión,* origen de la nueva generación esporofítica.

El embrión se desarrolla a expensas del protalo, del mismo modo que el esporofito de un musgo se desarrolla en el gametofito verde. Sin embargo, la joven planta de helecho forma pronto sus propias hojas y se sustenta a sí misma. El protalo se seca rápidamente. Las hojas del helecho joven son, por lo general, muy distintas de las de la planta adulta: pequeñas y poco divididas. Las hojas de la adulta van siendo cada vez más divididas, hasta alcanzar el estado de madurez. Luego se forman esporas de nuevo y aparece una nueva generación haploide.



La célula femenina con su estructura en forma de botella (A) es fertilizada por la célula masculina (B), que se mueve libremente, la cual se desprende, cuando el ambiente está húmedo, de la estructura masculina (C).

ALTERNANCIA DE GENERACIONES: la existencia de dos estados distintos a lo largo de la vida; uno es haploide, y otro, diploide. Tiene lugar en muchas plantas, pero sólo se manifiesta claramente en algunos musgos y helechos.

DIPLOIDE: que posee dos guarniciones cromosómicas por célula.

GAMETOFITO: la generación que lleva las estructuras sexuales.

HAPLOIDE: que tiene una guarnición cromosómica por célula.

PROTALO: gametofito de un helecho.

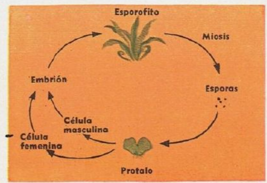
SORO: nombre dado a un grupo de cápsulas de esporas de una hoja de helecho.

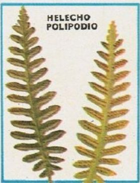
ESPORAS: pequeños corpúsculos, gracias a los cuales los helechos y otras plantas inferiores se esparcen y extienden por sí mismos.

ESPOROFITO: la generación que lleva las esporas.











INTRODUCCIÓN A LAS CALCULADORAS ELECTRÓNICAS

Las máquinas calculadoras modernas permiten economizar mucho tiempo. En pequeñas fracciones de segundo pueden resolver con exactitud problemas muy tediosos y complicados. Por ejemplo, provista de los datos necesarios, una calculadora puede elaborar las nóminas, deducir los impuestos, etc., sin cometer error.

Aunque las calculadoras electrónicas no aparecieron en el mercado hasta 1940, el concepto de calculadora no es nuevo en absoluto. Un modelo de ella, elemental —el *ábaco*—, fue utilizado unos 2.000 años antes de Cristo. En 1654 se inventó otra forma de calculadora, la *regla de cálculo*. Pascal inventó la *caja registradora*. Pero los mayores progresos empezaron, sin embargo, a fines del siglo XIX. Kelvin construyó una máquina para predecir las mareas, en la que había mecanismos para representar el efecto del Sol y de la Luna sobre los océanos. Con dicho aparato, Kelvin podía predecir con varios años de anticipación las mareas que tendrían lugar en cualquier parte del mundo.

Sin embargo, los mayores progresos, con referencia a las calculadoras, tuvieron lugar durante la segunda guerra mundial. Para la puntería exacta en balística se precisaba hacer cálculos complicados. Pero los métodos ordinarios de cálculo no eran lo suficientemente rápidos. De forma que se utilizaron calculadoras mecánicas en los cañones antiaéreos, al objeto de determinar la posición de los aviones contra los que había que disparar.

Debido a sus partes móviles, una calculadora tiene una velocidad de operación limitada.

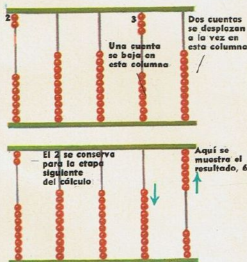
En las calculadoras *electrónicas*, los elementos móviles son sustituidos por válvulas de radio, y, por tanto, la calculadora puede operar con mayor rapidez. Las señales eléctricas que las atraviesan se trasladan a la velocidad de la luz. Ellas conducen la información que se ha suministrado a la calculadora. Ésta opera con dichos datos y produce la respuesta deseada.

En el más amplio sentido de la palabra, la sencilla máquina de sumar que registra la cuenta y calcula el importe total de las compras, es una calculadora. Sin embargo, esta denominación *no* suele aplicarse a tales sumadoras, sino a las máquinas mayores y más complicadas, capaces de resolver complejos problemas y cuyos servicios son utilizados en los campos más diversos, como pueden ser los proyectos en aviación, la predicción del tiempo e, incluso, las traducciones de un idioma a otro.

Casi todas las calculadoras pueden dividirse en dos tipos —*analógicas* y *digitales*—, que representan los métodos básicos de cálculo. Las calculadoras más importantes pueden contener elementos de los dos tipos.

En los cálculos analógicos, los números o las cantidades se representan por la *magnitud física* de algo medible (el *análogo*), que la calculadora puede manejar. El análogo que representa un número o una cantidad puede ser una regla de determinada longitud (como en el caso de la regla de cálculo), el voltaje a través de una resistencia (como en las calculadoras electrónicas analógicas), el flujo del agua en una cañería o, en realidad, cualquier cosa que se pueda medir con precisión.

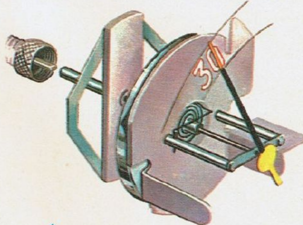
Probablemente, la calculadora analógica que mejor se conoce es la *regla de cálculo*. Se basa en la utilización de los logaritmos. Al sumar los logaritmos de dos números, se



Empleo de un ábaco para multiplicar 2 por 3. El ábaco es una forma de calculadora digital muy utilizada.

Conjunto de los engranajes que forman un cuentakilómetros. Éste proporciona una indicación "digital" de la distancia recorrida.





Un indicador magnético de velocidad. Éste proporciona una indicación continua ("análoga") de la velocidad.



Vista interior de una moderna calculadora, donde se puede apreciar la complejidad de los circuitos utilizados.

obtiene el logaritmo del producto. Es decir, al añadir, por ejemplo, los logaritmos de 2 y de 3, se obtiene el logaritmo de 6. Como las distancias a lo largo de la regla de cálculo representan los logaritmos de los números, la multiplicación se efectúa de modo sencillo, sumando longitudes de escala. La división se lleva a cabo restando longitudes.

Los cálculos por el método digital se basan en el empleo de números reales o dígitos, sobre los que se opera directamente. Una calculadora digital bien conocida es el *ábaco*. En éste, cualquier cantidad inferior a 10 está representada por el mismo número de cuentas, ensartadas en la varilla de "unidades". El número 10 está representado por una cuenta en la varilla de las "decenas", y no en la de las "unidades", etc. El ábaco moderno está organizado de manera un poco distinta, pero esencialmente es como el antiguo. Para multiplicar dos por tres con el ábaco, hay que correr dos cuentas tres veces en la varilla de "unidades", y la respuesta 6 se obtiene de modo digital.

La diferencia básica entre ambos métodos de cálculo consiste en que los dígitos son factores *discontinuos*, mientras que los análogos son *continuos*. Esto puede verse, utilizando un instrumento muy familiar, el *indicador de velocidad* de un automóvil. La aguja indicadora es un instrumento *análogo*, que representa la velocidad a la que se traslada el coche. Si la velocidad de éste varía, el ángulo de la aguja cambia de modo continuo. El *cuentakilómetros*, en cambio, es un instrumento digital, que representa la distancia que ha recorrido el vehículo. A medida que esta distancia aumenta, el indicador no varía de modo continuo, sino que sufre un cambio discontinuo por cada kilómetro recorrido. Incluso, si se registran los décimos de kilómetro, la operación es siempre discontinua.

Independientemente de su exactitud la calculadora analógica cada vez es menos complicada, por lo cual resulta más económica que una máquina digital de posibilidades similares. Ambos aparatos se usan para distintos tipos de problemas, debido a sus características particulares.

La calculadora analógica se utiliza para resolver problemas que no requieren la exactitud con que opera la máquina digital, y allí donde el bajo precio y la rapidez de la calculadora resultan ventajosos. Ciertos problemas son muy difíciles de programar y codificar en forma digital y a menudo pueden ser resueltos satisfactoriamente utilizando una calculadora analógica.

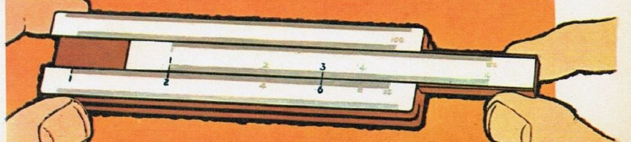
La calculadora digital y muchas calculadoras analógicas son actualmente máquinas electrónicas. Con los enormes progresos llevados a cabo en electrónica desde 1940, las calculadoras, y en particular las digitales, han aumentado su rapidez. Su precio es relativamente económico, y pueden efectuar velozmente trabajos cada vez más complicados.

Por estos motivos, la calculadora digital recibe a veces el nombre de "cerebro electrónico". La calculadora analógica posee, sin embargo, una característica de gran utilidad, de la que carece la calculadora digital. Supongamos que la calculadora está realizando un cálculo de aerodinámica, destinado a fijar la posición de un avión, dada la posición de los mandos del piloto. La posición de dichos mandos viene representada por ciertos voltajes de las corrientes que entran en la calculadora. El movimiento *continuo* de los mandos no puede estar representado en una calculadora digital, pero si variamos los voltajes de las corrientes que entran en una calculadora analógica, el efecto de la variación en la posición de los mandos es registrada de modo continuo, y el operador puede verla inmediatamente.

Las calculadoras analógicas se utilizan de modo principal en investigaciones y proyectos de ingeniería, particularmente en la industria aeronáutica. Se utilizan también para representar un avión en vuelo, al objeto de ver cómo se comportaría en la realidad. Las señales eléctricas provienen de las variaciones de los controles de mando y se introducen en la calculadora. La calculadora opera sobre estas señales y produce otras que *simulan* cómo el avión se conduciría en la práctica. Estas últimas señales vuelven a la cabina y producen en ella un movimiento similar al que efectuaría el avión en vuelo, bajo la acción de los mandos. La conducta en vuelo de cohetes controlados por radar también puede imitarse de esta manera.

Por otra parte las aplicaciones de las calculadoras digitales se extienden a la resolución de una gran variedad de problemas característicos de los bancos, de la investigación científica, de la producción fabril, así como a toda clase de trabajos de oficina y otras muchas materias.

La regla de cálculo es un instrumento muy difundido, debido a su simplicidad y a la rapidez con que se maneja.
Si utilizamos la regla de cálculo para multiplicar 2 por 3, sumamos longitudes de regla que representan estos dos números, como muestra el grabado.
Un equivalente digital de este método consiste en utilizar tablas de logaritmos, en los que las longitudes de la regla se sustituyen por números que equivalen a dichas longitudes; se suman dos números para encontrar la solución. El empleo de la regla de cálculo es más rápido que el de las tablas de logaritmos, pero los resultados son generalmente menos exactos.



Todavía "nacen" estrellas de las densas y oscuras nubes de gas y de las aglomeraciones "pulverulentas" de la nebulosa de Orión. Pero la estrella nueva no puede percibirse hasta que no irradia calor y luz suficiente para atravesar las negras nebulosas.



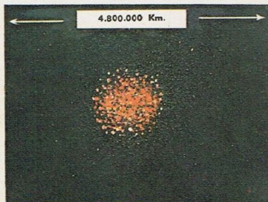


La estrella se ha convertido en una "nova" y está próxima a concluir su vida activa. Las capas exteriores del astro han sido proyectadas al espacio. La nova del grabado pertenece a la constelación de Perseo.

NACIMIENTO Y MUERTE DE LAS



Una nube gigante de hidrógeno enrarecido, la protoestrella, se condensa para formar la estrella. Las fuerzas gravitatorias que actúan sobre los átomos los acercan unos a otros.



La contracción se detiene cuando la estrella alcanza una temperatura tal que la contracción gravitatoria es compensada por la tendencia a la expansión producida por el calentamiento.



La temperatura en el interior del núcleo de la estrella se ha elevado a cerca de un millón de grados. Comienzan las reacciones termonucleares, y el hidrógeno se convierte gradualmente en helio.



ASTRONOMÍA

ESTRELLAS

El Sol es una estrella de tipo corriente. De dimensiones más bien pequeñas, posee un brillo medio, y ha alcanzado en la actualidad su vida media. Aunque no parezca cambiar de día en día, de año en año, ni aun de siglo en siglo, lo cierto es que el Sol va lentamente sufriendo alteraciones y transformaciones a lo largo del tiempo.

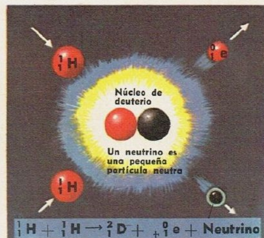
El Sol "nació" hace aproximadamente unos mil millones de años, y probablemente "morirá" dentro de otro período de años igual.

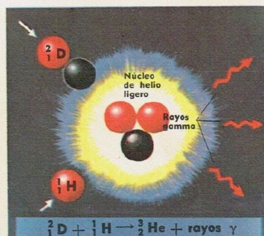
NACIMIENTO

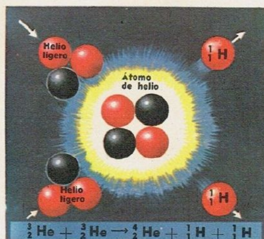
Las estrellas comienzan su vida como gigantescas nubes de gas; casi todo, hidrógeno. Dicho gas se encuentra extraordinariamente enrarecido, siendo el diámetro inicial del astro, aproximadamente, de un año-luz (9.500.000.000.000 de kilómetros). Después, en un momento dado, comienzan a actuar fuerzas gravitatorias entre los átomos, lo que hace que éstos vayan acercándose unos a otros, con lo cual la nube, o *protoestrella*, comienza a contraerse. La vida de la estrella se ha iniciado.

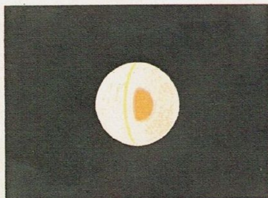
Cuando los átomos están muy alejados entre sí, poseen lo que hemos llamado *energía gravitatoria*. Ésta es una especie de *energía potencial*, que desaparece cuando se aproximan. Pero como la energía nunca se destruye, debe transformarse en energía de otro tipo: en este caso, en un suplemento de *energía cinética* para los átomos, con lo que

Una de las probables reacciones termonucleares que tienen lugar entre las estrellas es la conversión de átomos de hidrógeno en átomos de helio. Puede ocurrir en tres etapas: combinación del hidrógeno para formar deuterio; éste reacciona y produce helio ligero; posteriormente, la reacción de dos átomos de helio ligero para dar un isótopo de helio estable.

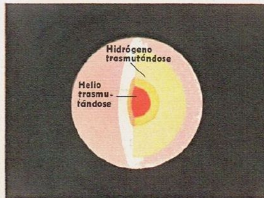




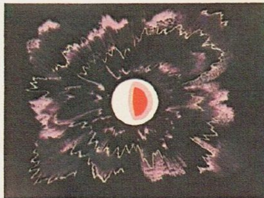




El núcleo de helio se agranda. La estrella se expande lentamente a medida que se calienta. El Sol está a mitad del proceso entre este estado y el anterior.



Los átomos de helio comienzan a combinarse para formar átomos de elementos más pesados. La temperatura aumenta considerablemente y la estrella se expande formando una "roja gigante".



La estrella gigante se convierte en una "nova" por proyección de parte de su materia al espacio. Consumido todo el "combustible", la estrella se contrae y da lugar a una "enana blanca" (abajo).



Algunas estrellas, como el Sol, contienen elementos pesados. No parece probable que estos materiales se hayan producido por reacciones termonucleares dentro del astro, pues las reacciones que tienen lugar en estrellas de la edad del Sol no forman elementos pesados en esta cantidad. Sin embargo, el Sol es, comparativamente, una estrella joven todavía. Antes de que el Sol "naciera", otras estrellas más antiguas habían vivido y habían "muerto", expulsando elementos pesados al espacio durante su época de novas. Probablemente, la protoestrella que al condensarse dio origen al Sol, contenía materiales pesados procedentes de otras estrellas.

éstos se moverán más de prisa. La temperatura de la protoestrella depende únicamente de la velocidad de las moléculas. Al principio se mueven tan rápidamente que su energía equivale a una temperatura de 10.000° C. El efecto calorífico es, sin embargo, pequeño, pues está confinado a los átomos, y no hay nada en los espacios interatómicos. Al juntarse los átomos de hidrógeno, su energía cinética aumenta, se calientan, se hacen más rápidos y empiezan a chocar entre sí.

La protoestrella que dio origen al Sol se contrajo, pasando a ser una densísima nube de hidrógeno, hasta convertirse en una esfera de sólo unos 1.280 millones de metros de diámetro. Teniendo, por entonces, una edad aproximada de 70 millones de años, probablemente, ya había dado lugar al nacimiento de los planetas, formados de partes desprendidas de la nube gaseosa.

Los átomos del núcleo de una estrella recientemente contraída son tan activos, que su temperatura se aproxima al millón de grados centígrados. La estrella comienza, entonces, a evolucionar de un modo mucho más lento y firme, proceso que ocupa el 90 % de su vida activa, y a través del cual pasa de la juventud a la vejez. Gradualmente, los átomos de hidrógeno se transforman por medio de reacciones *termonucleares* en elementos más pesados.

EDAD MEDIA O ESTADO ADULTO

El núcleo del átomo de hidrógeno, el protón, es la partícula con la cual se pueden construir los núcleos de todos los demás átomos. A las enormes temperaturas alcanzadas por el núcleo de las estrellas, el gas hidrógeno está ionizado, es decir, que los protones se han separado de los electrones. Algunos protones chocan entre sí con la fuerza suficiente para unirse, emitiendo un electrón positivo y formando hidrógeno pesado o *deuterio* (un protón, un neutrón). En los procesos nucleares, un protón se puede transformar en un neutrón emitiendo un electrón positivo (un positrón).

Otro protón puede unirse y formar el isótopo ligero del helio (dos protones, un neutrón). Otras reacciones se suceden, y muy lentamente —a través de un proceso que puede durar, probablemente, centenares de millones de años—, se va almacenando en el núcleo de la estrella una cantidad de isótopo pesado de helio (dos protones, dos neutrones).

Las reacciones termonucleares son grandes fuentes de energía, puesto que gran parte de ésta se libera cuando se combinan elementos ligeros. El Sol ha cubierto ya aproximadamente la mitad de su ciclo vital, y ha radiado inmensas cantidades de energía durante millones de años. En su producción sólo ha consumido una veinteava parte de su hidrógeno combustible.

La mayor parte de la energía de las estrellas es irradiada al espacio. Sin embargo, retienen cierta pequeña cantidad, lo que hace que ascienda la temperatura del astro y llegue dentro de su núcleo a varios millones de grados centígrados. Cuando se alcanza dicha temperatura, aproximadamente el 10 % de su hidrógeno se ha convertido en helio, cuya totalidad queda virtualmente contenida en el núcleo estelar. La parte de la estrella donde el hidrógeno se va transmutando progresivamente en helio, se limita a una ligera capa o cubierta, alrededor del núcleo. Éste crece de tamaño a medida que la capa de hidrógeno en transformación se extiende, y la estrella toda se expande lentamente.

MUERTE O ENVEJECIMIENTO ESTELAR

Los acontecimientos se suceden ahora con mayor rapidez. Los átomos de helio se unen formando elementos cada vez más pesados, en reacciones que desprenden gran cantidad de energía termonuclear, por lo cual la estrella se calienta velozmente, cada vez más, y se expande muchísimo más de prisa.

En algunas estrellas, estas reacciones termonucleares se salen de control, formándose rápidamente elementos pesados, hasta llegar a producirse hierro, cuyo peso atómico es 56. El hierro y el helio son los dos elementos más estables, y toda materia se condiciona a existir en estas formas fijas. La estrella ha estado fabricando hierro estable a partir de helio estable. Pero ahora, bajo ciertas condiciones, el proceso inverso tiene lugar. Para que se desintegre el hierro en helio se necesita una enorme cantidad de energía, e instantáneamente. La única rápida y aprovechable fuente de energía es la energía gravitatoria, que la estrella fue almacenando gradualmente durante su expansión. Para liberar esta energía, la estrella debe contraerse; esta contracción, que habrá de suministrar energía a las reacciones, la conduce a un pronto colapso interior.

Una estrella en este estado es altamente inestable, ya que aprovecha demasiada energía gravitatoria con demasiada rapidez; poniendo fin al colapso, el estallido de la estrella proyecta la mayor parte de su materia al espacio, convirtiéndola en una *nova* o *supernova*. Sin embargo, las supernovas son acontecimientos que ocurren muy rara vez.

La mayoría de las estrellas se condicionan para evitar atravesar esa etapa. Se componen de elementos pesados concentrados, que se expanden; convirtiéndose en *gigantes rojas*, comienzan a perder parte de su capa exterior de gas en el espacio. La estrella se convierte en *nova* al proyectar la mitad de su materia y aparece mucho más brillante. En este momento la estrella ha "quemado" la mayor parte de su combustible. Lo que le sucede a partir de aquí, no es bien conocido. Lo más probable es que la estrella se contraiga de nuevo, esta vez para conservar su calor. Contracción final que la convierte en una densa *enana blanca*. Las enanas blancas son tan pequeñas que sus radios pueden compararse con los de los planetas mayores del sistema solar. La gran masa de la estrella está condensada en un volumen relativamente muy pequeño. Por dicho motivo, su densidad es mayor que la de cualquier sustancia terrestre conocida. En el centro de una enana, una simple caja de cerillas llena de materia pesaría varias toneladas, debido a su extrema densidad.

En la actualidad la estrella tiene unos 5.000.000.000 de años de edad. Carente de combustible a quemar, se va enfriando lentamente, y "muere" según se va apagando paulatinamente, hasta que por último su luz se torna demasiado débil para ser vista.

Explicar y clasificar las reacciones que se suceden en el interior de las estrellas es amplia materia de conjeturas, pues al ser virtualmente imposible imitar en la Tierra las condiciones dadas en el núcleo de aquéllas, ninguna teoría que se emita puede ser confirmada directamente por experimentación.
De forma análoga, los tiempos implicados (que en esencia dependen de las reacciones efectuadas), sólo pueden ser también materia de conjeturas.

TRACCIÓN DELANTERA

La mayoría de los vehículos convencionales llevan situado el motor en la parte delantera, pero son impulsados por las ruedas traseras. Sin embargo, también se fabrican coches con el motor montado detrás, y accionados por las ruedas posteriores, o con el motor en su parte frontal, y accionados por las ruedas delanteras.

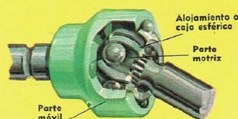
La tracción delantera se está haciendo cada vez más usual, pues resulta muy ventajoso que todas las partes motrices se encuentren reunidas en el mismo sitio, aunque esto pueda presentar algunos problemas; además, se mejora la adhesión a la carretera. Otra gran ventaja de estos vehículos (compartida con los automóviles de motor trasero), consiste en que se evita el uso de una transmisión debajo del piso, lo que hace posible construir coches de menor altura y con más estabilidad.

Los coches con tracción delantera toman las curvas mejor que los otros, pues las ruedas delanteras ejercen una presión en ellos hacia el centro de la curva, en vez de mantenerlos en línea recta, como sucede con los demás.

Esta es una enorme ventaja, sobre todo en los caminos con hielo y nieve, aunque en tales condiciones el vehículo con tracción trasera tiene a su favor la ventaja de poder subir las cuestas con más facilidad. Esto se debe a que el peso del vehículo con tracción delantera se transfiere a las ruedas traseras y las delanteras patinan.

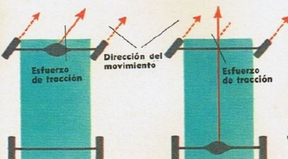
Una de las complicaciones que surgen en estos vehículos radica en la trasmisión del movimiento a las ruedas delanteras, las cuales, no solamente saltan en los baches de la carretera, sino que también obligan a describir giros de grandes ángulos para conducir el vehículo. En los coches de tracción trasera existe la llamada *junta Hooke*, que proporciona el medio de unión entre el eje de la trasmisión y las ruedas, que pueden adaptarse así al movimiento de ascenso y descenso a que las obligan los baches. Si se usara una junta de este tipo en un vehículo de tracción delantera, el impulso del motor se trasmitiría intermitentemente, al describir las ruedas un giro de cierto ángulo, lo que tendría como resultado una vibración excesiva y un gran desgaste.

Por dicha razón, en los vehículos de tracción delantera, se hace necesario el uso de una *junta universal de velocidad constante*, que trasmita el movimiento a una velocidad determinada, independientemente de la dirección en que se haga girar las ruedas.

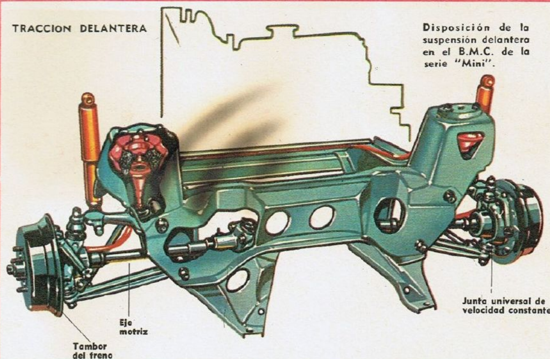


LA JUNTA UNIVERSAL DE VELOCIDAD CONSTANTE

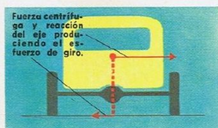
En la "junta universal de velocidad constante", de Birfield, existe una parte interior esférica, unida al eje "motriz" por medio de seis muescas o estrías de sección semicircular, talladas en su superficie externa. La parte correspondiente al eje "mortiz" lleva unas muescas similares, pero talladas en su superficie interna.
El impulso se trasmite por seis esferas de acero, alojadas en las muescas anteriormente citadas, interiores y exteriores. Una caja esférica, con seis agujeros, controla la posición longitudinal de las esferas en las muescas. Esta caja aloja también la dirección y la parte esférica del eje "motriz". El alojamiento esférico mueve las esferas a lo largo de las muescas, de manera que los centros de aquéllas siempre estén en un plano bisector (medio) del ángulo que forman los ejes motriz y móvil, lo que es esencial para que la trasmisión se efectúe a velocidad constante, es decir, sin variaciones en la velocidad del eje móvil.



En los vehículos de tracción delantera se consigue tomar bien las curvas, porque el esfuerzo de tracción y la conducción actúan en la misma dirección.



Disposición de la suspensión delantera en el B.M.C. de la serie "Mini".



El centro de gravedad más bajo reduce el esfuerzo de giro al tomar las curvas.



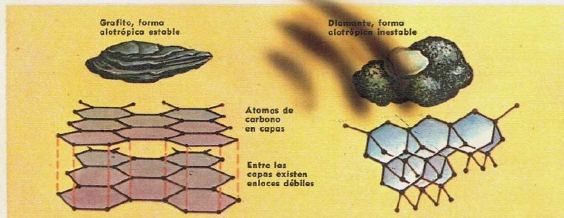
En los vehículos de tracción delantera, por no poseer eje de trasmisión debajo del piso del coche, se puede colocar dicho piso a menor altura que en los vehículos de tracción trasera.

ALOTROPÍA

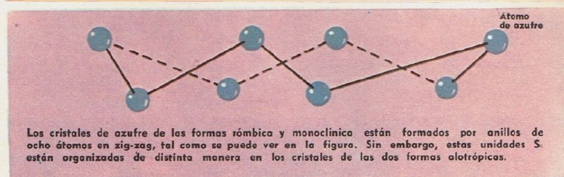
Consideremos un fragmento de diamante y un trozo de grafito, dos cuerpos muy diferentes. El primero es una piedra preciosa, transparente y de una gran dureza; el segundo es opaco, de color negro, y blando. Sin embargo, se trata de dos estados del mismo elemento: el carbono. Cuando un elemento ofrece la propiedad de presentarse en más de una forma, sólida, líquida o gaseosa, se dice de él que tiene distintos *estados alotrópicos*. Las propiedades físicas de estos distintos estados (color, forma cristalina, si se trata de un sólido, densidad, etc.) pueden ser muy diferentes; sin embargo, a partir de los distintos estados alotrópicos de un mismo elemento, se forman *compuestos químicos idénticos*.

Estudiemos ahora más detenidamente el caso del carbono. De los dos estados alotrópicos, el grafito es el más estable, independientemente de la temperatura, y, por lo tanto, el diamante tenderá, de modo espontáneo, a transformarse en grafito. Esta transformación es, sin embargo, tan lenta que se siguen encontrando diamantes, a pesar de los millones de años transcurridos desde su formación. A pesar de ser menos estable que el grafito, el diamante es más resistente que éste al ataque de los reactivos químicos, y presenta una estructura molecular más rígida, que justifica, a la vez, su dureza y su fragilidad. Las diferencias entre los dos estados alotrópicos se comprenden bien cuando se consideran sus distintas configuraciones en el espacio. En el diamante, cada átomo de carbono está unido, por enlaces de valencia de igual longitud, a cuatro átomos de carbono adyacentes; la dirección de estos cuatro enlaces es la que corresponde a los vértices de un tetraedro regular, en cuyo centro estaría situado el primer carbono. Se tiene así una red tridimensional. Como los electrones de los enlaces están muy fijos, el diamante no conduce la electricidad. El grafito, en cambio, presenta una estructura hojosa, cada átomo de carbono está unido por tres enlaces iguales a otros carbonos situados en el mismo plano y, por un enlace más débil y de mayor longitud, a un carbono situado en otro plano. Los enlaces de valencia no mantienen entonces los átomos de carbono tan unidos como en el diamante y, por tanto, como los electrones están más libres, pueden conducir la electricidad, es decir, el grafito es conductor. El grafito, aunque relativamente inerte, será también más reactivo que el diamante frente a los agentes químicos; sin embargo, como ya decíamos, si se calientan suficientemente en presencia de aire o de oxígeno, tanto el diamante como el grafito, dan bióxido de carbono, y no hay diferencia entre las moléculas de este gas formadas a partir de los dos estados alotrópicos.

Pero el carbono no es el único caso de elemento que pueda presentarse en varios estados; otro caso muy representativo es el del fósforo. Se presenta en dos estados alotrópicos: el fósforo blanco e incoloro, y el fósforo violeta o metálico. El fósforo blanco está formado por moléculas de cuatro átomos, colocados en forma tetraédrica, y presenta un gran



En el estado sólido, el carbono existe en dos formas alotrópicas. El diamante y el grafito son formas alotrópicas monotrópicas; a cualquier temperatura, el grafito es la forma estable, y el diamante se transforma muy lentamente en grafito.



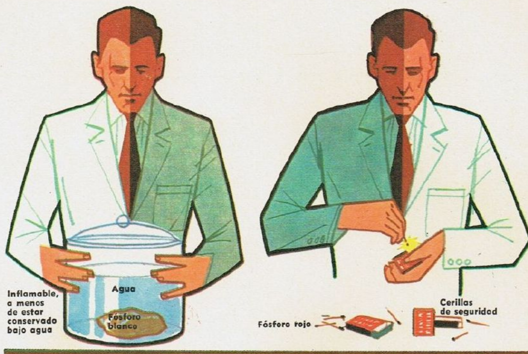
Los cristales de azufre de las formas rómbica y monoclínica están formados por anillos de ocho átomos en zig-zag, tal como se puede ver en la figura. Sin embargo, estas unidades S están organizadas de distinta manera en los cristales de las dos formas alotrópicas.

poder de reacción; se combina espontáneamente con el oxígeno del aire, desprendiendo calor; el fósforo, a su vez, se calienta y arde a los 60° C. Para conservar el fósforo blanco, hay, pues, que aislarlo del oxígeno del aire, guardándolo bajo agua, por ejemplo. El fósforo blanco tiende a pasar a la forma violeta lentamente. Por lo general, no tendremos fósforo violeta, sino lo que se llama fósforo rojo, que consiste en una mezcla de fósforo violeta y moléculas de fósforo blanco. El fósforo rojo es poco reactivo, no presenta el carácter venenoso del fósforo blanco, y es el que se utiliza para fabricar cerillas.

Otro caso de alotropía, que presenta algunas particularidades, es el del azufre. El azufre en el estado sólido puede existir en dos formas cristalinas distintas: la rómbica y la monoclínica. A temperaturas inferiores a 95,5° C., la forma rómbica es la más estable, y si se enfrían cristales de la forma monoclínica por debajo de esta temperatura, se irán transformando gradualmente en cristales de la forma rómbica. Inversamente, si mantenemos durante cierto tiempo cristales de la forma rómbica por encima de los 95,5° C., los cristales se irán haciendo opacos al transformarse en agregados de cristales monoclínicos. Las formas rómbica y monoclínica del azufre reciben el nombre de *enantiotrópicas,* ya que una forma es estable por debajo de una cierta temperatura, llamada *punto de transición,* mientras que la segunda forma es estable por encima de esta temperatura. Veamos ahora lo que ocurre cuando calentamos el azufre. Si calentamos la forma monoclínica, fundirá a los 119,25° C. La forma rómbica no funde a una temperatura fija, pues, al calentar, una parte se transforma en monoclínica, y al llegar a fundir tenemos una mezcla de las dos. Sin embargo, si lo calentamos muy de prisa para evitar esta transformación, encontramos un punto de fusión inferior al de la forma monoclínica y que será, aproximadamente, de 113° C.

En los dos casos, el azufre al fundirse se presenta como un líquido móvil de color ámbar; a medida que seguimos calentándolo se va haciendo más oscuro y mucho más viscoso. La viscosidad alcanza su máximo punto a los 180° C. A temperaturas superiores, el líquido se hace mucho más oscuro, casi negro, y su viscosidad va disminuyendo. Por fin, a los 445° C., se alcanza el punto de ebullición, obteniéndose un vapor de color rojo, que pasa a amarillo al aumentar más la temperatura.

Veamos ahora cómo se explican los distintos cambios que se van sucediendo en el azufre. En el azufre líquido se encuentran varias formas moleculares: S_8, que contiene 8 átomos de azufre formando un anillo; S_4, forma tetratómica, y S_n, con un número de átomos n varia-

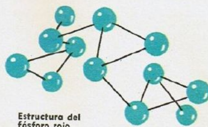


Si se expone al aire, el fósforo blanco se inflama espontáneamente. Debido a su gran poder de reacción, debe conservarse bajo agua. En cambio, el fósforo rojo se utiliza en la zona áspera de fricción de las cajas de cerillas de seguridad.

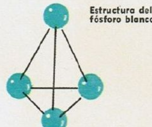
FÓSFORO ROJO Y FÓSFORO BLANCO

El fósforo blanco y el rojo son estados alotrópicos "monotrópicos"; el fósforo rojo es estable a cualquier temperatura por debajo de su punto de fusión. Sin embargo, a la temperatura ordinaria, la conversión de fósforo blanco en rojo es extremadamente lenta. Por otra parte, el método habitual de preparación del fósforo por calentamiento conjunto de fosfato cálcico, sílice y coque, produce la forma blanca.

La forma roja debe, pues, obtenerse a partir de la blanca. Esto se hace calentando la variedad roja, durante varios días, a unos 270° C. Como el fósforo blanco es muy inflamable, incluso a la temperatura ambiente, hay que operar con sumo cuidado para evitar explosiones. Se coloca el fósforo blanco en un recipiente de hierro fundido, o de acero, con una tapa que ajuste bien, y a la que se incorpora un tubo de seguridad. Se expulsa el aire del recipiente. Después de cuatro o cinco días, se eleva la temperatura a unos 400° C., para destilar el fósforo blanco que no se haya transformado. Una vez enfriado, se tritura el residuo duro, compuesto en su mayoría de fósforo rojo, manteniéndolo bajo agua, y se hierve con soda cáustica para eliminar cualquier residuo del estado alotrópico blanco. Por último, se lava con agua caliente el fósforo rojo, se filtra y se seca a vacío.



Estructura del fósforo rojo



Estructura del fósforo blanco

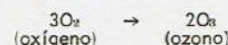
ble, que se encuentran en forma de cadena. Al aumentar la temperatura, las moléculas que se encontraban inicialmente en la forma S_8, van pasando a la forma S_n, las cadenas que se forman se entrecruzan y la viscosidad aumenta; posteriormente, las cadenas, aunque aumentan en número, van disminuyendo en longitud, lo que explica que la viscosidad disminuya después de pasar por un máximo. Al mismo tiempo, se van formando moléculas S_4, fuertemente coloreadas, que originan las variaciones de color observadas. Las proporciones de las diversas formas a distintas temperaturas son:

Temperatura	Porcentaje		
	S_n	S_4	S_8
120° C.	0,1	3,6	93,3
170° C.	13,3	5,8	80,9
220° C.	32,2	5,3	62,7
445° C.	36,9	4	59,1

A la temperatura de ebullición, el azufre que se vaporiza está en las formas S_4 y S_8. A medida que aumenta la temperatura, se van formando moléculas S_2, menos coloreadas que las S_4, y la intensidad del color disminuye, pasando de rojizo a amarillento.

El tipo de alotropía que se da en el azufre líquido recibe el nombre de alotropía *dinámica*. En éste, las dos formas existen en equilibrio, y las proporciones de los dos estados alotrópicos varían con la temperatura. También puede haber casos en que el equilibrio varía con la presión.

Un ejemplo de este tipo, que será el último que examinaremos, es el del oxígeno. El oxígeno ordinario está formado por moléculas diatómicas O_2. Si suministramos la energía suficiente (descarga eléctrica, irradiación con luz ultravioleta, etc.), podemos transformar parte del oxígeno molecular en oxígeno atómico; éste revierte fácilmente al oxígeno molecular, por lo que no se llega nunca a obtener oxígeno atómico puro, pero se han alcanzado concentraciones del 80 %. El oxígeno molecular se combina con el oxígeno atómico para dar ozono. Éste es otro estado alotrópico del oxígeno, de fórmula O_3. El ozono puede formarse, también, mediante una descarga silenciosa de una gran diferencia de potencial. El ozono es un gas azul, con un olor característico a mariscos. En el oxígeno, normalmente, coexisten las moléculas de O_2 y las de O_3, pero el equilibrio está muy desplazado hacia la forma dimolecular, es decir, hay muchas más moléculas de oxígeno que de ozono. Un aumento de presión favorece la formación de ozono, ya que así disminuye el número de moléculas que se deben colocar en un espacio dado:



$$\underset{\text{(oxígeno)}}{3O_2} \rightarrow \underset{\text{(ozono)}}{2O_3}$$

Se forman sustancias explosivas cuando, sin tener en cuenta las instrucciones, se aplica grasa a las válvulas de los tubos o cilindros que contienen oxígeno comprimido. Parece ser que estos compuestos explosivos son *ozónidos*, y que el ozono se forma como resultado de la fuerte compresión a la que ha sido sometido el oxígeno.

El ozono líquido y el oxígeno líquido parecen ser miscibles solamente en zonas muy limitadas, produciéndose una separación en dos capas, una rica en ozono y otra rica en oxígeno, a medida que aumenta la concentración en ozono. A temperaturas bajas, está favorecida la reacción



$$2O_2 \rightarrow O_4$$

y, a la temperatura del aire líquido, la concentración de oxígeno tetratómico (*oxozono*) llega a ser apreciable.

ENFERMEDAD DEL ESTAÑO

El estaño puede sufrir alteraciones, a las que se da el nombre de "peste" o "enfermedad" del estaño. Esta alteración se debe a la existencia en el estaño de dos formas alotrópicas. El estaño blanco es estable por encima de 13,2° C. El estaño gris, en cambio, cuya estructura se asemeja a la del diamante, es estable por debajo de dicha temperatura. Normalmente, la transformación de estaño blanco en gris sólo se produce a velocidad apreciable por debajo de los —50° C; sin embargo, existe la posibilidad de que el estaño blanco se transforme en gris, a temperaturas sólo ligeramente inferiores a 13° C., en presencia de catalizadores. Como el estaño gris actúa como catalizador de la reacción de transformación, en cuanto se haya transformado una pequeña cantidad de estaño blanco en gris la reacción se hará autocatalítica, y rápidamente todo el estaño pasará a la forma gris.

AZUFRE RÓMBICO Y MONOCLÍNICO



Rómbico

Estas dos formas del azufre sólido son estados alotrópicos "enantiotropos", siendo estable la forma rómbica por debajo del punto de transición (95,5°C.). Para obtener la forma monoclínica se calienta la forma rómbica suavemente en un crisol de porcelana de boca ancha, hasta que el azufre se funde. Se deja luego que el crisol se enfríe. Pero en cuanto se forme una cubierta sólida en la superficie del líquido, hay que hacer dos agujeros en ella y verter fuera todo el azufre líquido que pueda quedar. Al retirar la cubierta, aparece una capa de agujas transparentes y amarillas de azufre monoclínico. Si se dejan, durante unos días, a la temperatura ambiente, los cristales se tornan opacos y quebradizos, debido al cambio que experimentan al pasar a la forma rómbica.



Sección de un crisol en el que se han obtenido cristales en aguja, de azufre monoclínico, por enfriamiento de azufre fundido.



Monoclínico



Algunos graptolitos ordovicienses encontrados en pizarras. Los esqueletos quitinosos están completamente aplastados.

LA ERA DE LOS GRAPTOLITOS



Roderick Murchison, famoso por sus trabajos sobre las rocas "silúricas", cuyos depósitos inferiores se incluyen actualmente en el sistema ordoviciense.

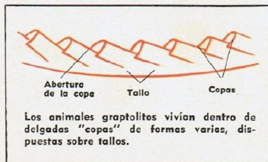
Los mapas geológicos primitivos de Inglaterra sólo señalaban la existencia de tres grupos de rocas en Gales. Y eran éstas: las rocas del *carbonífero* en las tierras del sur, las *areniscas rojas* del sudeste, y las rocas de *transición* que ocupaban el resto del país y que se suponía que estaban asentadas sobre una plataforma de rocas "primitiva".

Sedgwick y Murchison fueron los primeros en estudiar detalladamente, hacia 1830, las llamadas rocas de "transición". En el norte de Gales, Sedgwick encontró el basamento de ellas y comenzó a trabajar de manera ascendente. Denominó a las rocas "cambrianas", o cámbricas, por haber sido Cambria el nombre que los romanos dieron al país de Gales. En cuanto a Murchison, trabajó, más al sur, en la parte alta de las rocas de "transición", a las que llamó "silúricas", nombre derivado de una antigua tribu de aquella región: los silures.

Cuando ambos sabios compararon el resultado de sus investigaciones, se dieron cuenta de la existencia de ciertos fósiles en las dos series de terreno estudiado. Estaba claro que el "cámbrico superior" de Sedgwick, y el "silúrico inferior" de Murchison, eran equivalentes. Durante mucho tiempo, fue discutido el nombre que debería darse a esta zona. Pero hacia 1870, Carlos Lapworth solucionó el problema, ya que, tras estudiar los fósiles, sugirió que los pertenecientes a las rocas objeto de disputa eran lo suficientemente distintos, por lo que se debía dar a éstas un nombre diferente, proponiendo el "ordovicienses", tomado de otra antigua tribu: los ordovices. De forma que las rocas de "transición" fueron divididas en tres clases: *cámbricas, silúricas* y *ordovicienses.*

Los fósiles más característicos del período ordoviciense son los *graptolitos.* No se sabe nada acerca de las partes blandas de dichos animales, pues sólo se ha observado su esqueleto (externo en este caso), y éste, normalmente, está aplastado. Los animales particularmente eran muy delgados y vivían dentro de estructuras en forma de copa (su esqueleto). Estas "copas" se disponían en colonias que formaban tallos rectos o ramificados. Los graptolitos no se relacionan claramente con ningún grupo viviente de animales.

Los primeros graptolitos aparecieron a fines del período cámbrico. Prosperaron durante los períodos ordoviciense y silúrico y murieron después. Durante su evolución, las formas de copa y tallo variaron muchísimo, de manera que se pueden distinguir varias especies. Los graptolitos se encuentran por todo el mundo, y la variedad de especies es de inestimable valor para poder determinar la edad relativa de las rocas, puesto que aquéllas se sucedieron rápidamente unas a otras. Lapworth fue capaz de desentrañar el misterio del subsuelo del sur de Escocia, estudiando la sucesión de graptolitos. Casi todos los fósiles de graptolitos se encuentran en antiguos depósitos del fondo del mar, representados, principalmente, en la actualidad, por capas de pizarras y esquistos. Probablemente, vivían en colonias flotantes, lo que ayudaría a su rápida dispersión. La falta de graptolitos en los depósitos arenosos y llenos de valvas puede explicarse por las duras condiciones que ofrecen estos ambientes a la conservación de los delicados esqueletos. Estos depósitos costeros contienen, sin embargo, otros fósiles, singularmente *trilobites* y *braquiópodos.* Ambos grupos se encuentran también en el cámbrico y en el silúrico. Los trilobites se emparentan con los cangrejos y langostas, y tenían un esqueleto externo quitinoso. Se han extinguido por completo. Los braquiópodos fueron muy corrientes en la antigüedad. Se parecían externamente a los moluscos, a causa de sus dos valvas, pero se diferenciaban muchísimo por dentro. En la actualidad, viven aún algunas especies de braquiópodos. La edad de los depósitos fósiles de conchillas se puede calcular, a veces, determinando por dónde iba la línea de la costa antigua.



Los animales graptolitos vivían dentro de delgadas "copas" de formas varias, dispuestas sobre tallos.



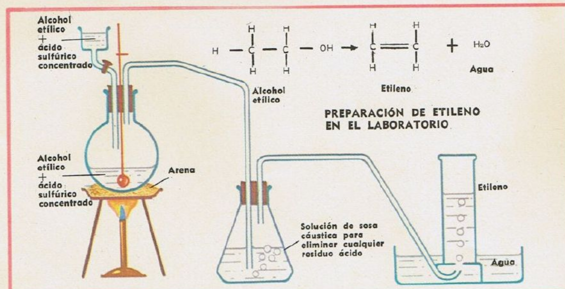




LAS OLEFINAS

Las olefinas se obtienen, principalmente, del fraccionamiento del petróleo, y del gas natural manado de ciertos yacimientos. Aunque algunas no sean muy útiles de por sí, son de extrema importancia como materias primas, para la fabricación de numerosos productos de interés industrial: diversos tipos de plásticos, líquidos detergentes y otras sustancias químicas.

El nombre de *olefinas* se aplica a una serie de compuestos relacionados químicamente. Las moléculas livianas de olefina son gases; las pesadas, líquidas, y sólidas las de peso mayor. Todas las olefinas están constituidas sólo por átomos de carbono y de hidrógeno, y en cada molécula hay el doble de átomos de hidrógeno que de carbono. Una molécula con 10 átomos de carbono tiene la fórmula $C_{10}H_{20}$. Las olefinas pueden representarse por la fórmula general C_nH_{2n}, siendo n el número de átomos de carbono de la molécula. No existe una olefina que tenga por fórmula CH_2. El miembro más pequeño de la familia es el etileno, C_2H_4. Después, vienen C_3H_6, C_4H_8, etc.



UNIÓN DE LOS ÁTOMOS

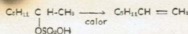
Enlaces simples unen los átomos de hidrógeno a los átomos de carbono, pero dos átomos de carbono están unidos entre sí por *dobles enlaces* en un lugar de la cadena, y los restantes por enlaces simples. Este doble enlace es el responsable de la mayoría de las propiedades de las olefinas, pues constituye un punto débil para la molécula. Mientras que un enlace simple es fuerte y no tiene tendencia a romperse, un enlace doble está sujeto a tensión y la molécula tiende a reaccionar para dar dos enlaces simples, en lugar de uno doble.

Todo compuesto orgánico que tiene enlaces múltiples en la molécula se dice que es *no saturado*, es decir, puede admitir en su molécula más átomos cuando todos están unidos por enlaces simples. Por ejemplo, si el etileno ($CH_2 = CH_2$) se calienta con un catalizador e hidrógeno, las moléculas se convierten en *saturadas* tomando dos átomos de hidrógeno, que rompen el doble enlace y lo transforman en etano ($C_2H_6 = CH_3 — CH_3$). Como ahora ya no presenta dobles enlaces, no prosigue la reacción.

En ausencia de catalizadores, el hidrógeno y el etileno no muestran tendencia alguna a combinarse. Como catalizadores suelen actuar metales en grado de extrema división. La combinación entre los reactivos parece estar en relación con

su capacidad de ser absorbidos por la superficie del catalizador. Según uno de los procedimientos, el derivado ácido cloroplatínico o el cloruro de paladio se funden con nitrato de sodio, y el óxido de platino o paladio que resulta se agrega a la solución de la sustancia haciendo burbujear, a través de ésta, una corriente de hidrógeno. En estas condiciones, el óxido del metal se reduce a metal finamente dividido, que es el verdadero catalizador. Estos catalizadores son tan activos que activan la adición de hidrógeno, incluso a temperaturas tan bajas como son las comprendidas entre 0° C. y 90° C., y con una presión de hidrógeno de una atmósfera solamente.

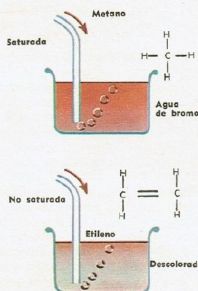
El gas natural es una mezcla de parafinas saturadas y de olefinas no saturadas. En el petróleo se encuentra disuelta una gran cantidad de gas natural, que se evapora cuando se destila el petróleo en las refinerías. También se producen olefinas en el proceso de "craqueo" (cracking) del petróleo para obtener gasolinas, con mejor índice de octano. Como quiera que las olefinas son más reactivas que las parafinas, se separan de éstas con cierta facilidad. Las parafinas no reaccionan en frío con ácido sulfúrico concentrado: quedan flotando sobre éste; en cambio, las olefinas reaccionan, sufriendo una reacción de adición. La capa de parafina flotante puede separarse y el compuesto de adición se calienta para regenerar la olefina; por ejemplo:



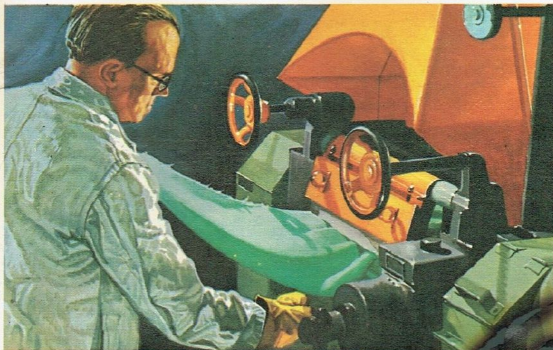
Hay varios métodos para preparar en el laboratorio olefinas tales como a partir del etileno. El método más usado consiste en eliminar una molécula de agua (H_2O), por ejemplo, del alcohol etílico (C_2H_5OH), obteniéndose etileno (C_2H_4). Si se quiere obtener propileno (C_3H_6) se utiliza alcohol propílico (C_3H_7OH). El alcohol se calienta con ácido sulfúrico concentrado y se deshidrata, dando lugar a la olefina.

Este método produce bajos rendimientos, ya que se obtiene la olefina junto con otros productos de la deshidratación y, además, la propia olefina puede sufrir cambios. Esto se debe a que la reacción no es una simple deshidratación, como se demuestra trabajando a bajas temperaturas, sino que se forman productos intermedios que contienen vestigios sulfúricos en su molécula. Por ejemplo, cuando se añade lentamente ácido sulfúrico sobre alcohol que se mantiene

LAS OLEFINAS SON SUSTANCIAS NO SATURADAS



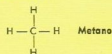
Las olefinas poseen dobles enlaces reactivos, inestables. Los compuestos no saturados descoloran el agua de bromo. Esto se usa como prueba de no saturación.



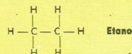
Compuesto experimental de cloruro de polivinilo, un material plástico fabricado a partir de la olefina llamada etileno.

Las olefinas se nombran de la misma manera que la parafina correspondiente cambiando la terminación "ano" en "eno" o "ileno".

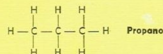
PARAFINAS



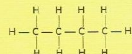
Metano



Etano

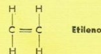


Propano

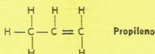


Butano

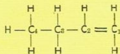
OLEFINAS



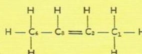
Etileno



Propileno

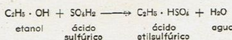


Butileno (el doble enlace está entre el primero y el segundo átomo)



2,3 butileno

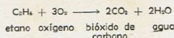
rodeado de hielo, se eliminan los elementos del agua entre las moléculas de ambas sustancias participantes en la reacción. Resulta así un producto denominado ácido etilsulfúrico.



Uno de los métodos más eficaces de obtención de olefinas se basa en la deshidratación catalítica de estos alcoholes. Esencialmente, el método consiste en hacer pasar los vapores del alcohol a través de un tubo lleno de gránulos gruesos de alúmina o de material semejante, y mantener una temperatura comprendida entre 350° y 400° C. El alcohol se introduce en el recipiente, destilándolo desde un recipiente adecuado y a una velocidad moderada. Con frecuencia se recomienda el uso de un método adecuado de separación a fin de eliminar la olefina a medida que se vaya produciendo, pues de lo contrario se pueden producir reacciones secundarias. Este método, aplicado al caso del etanol, se utilizó en la primera guerra mundial para fabricar una de las materias primas destinadas a obtener iperita (líquido venenoso, llamado gas mostaza).

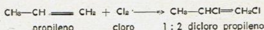
COMPORTAMIENTO QUÍMICO

Las olefinas arden fácilmente, lo cual no es de extrañar dado que sus componentes, carbono e hidrógeno, son excelentes combustibles. En la combustión se forma agua y bióxido de carbono.

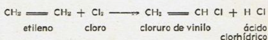


La llama es luminosa y produce bastante humo.

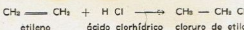
La mayoría de las reacciones de las olefinas son de *adición*, que se caracterizan porque los átomos entran en la molécula sin que se elimine ninguno de los de ésta. El cloro se adiciona fácilmente a las olefinas. Por cada molécula de olefina entran dos átomos de cloro, uno a cada lado del doble enlace.



Los otros halógenos reaccionan similarmente, pero con más dificultad. Si se hace burbujear etileno a través de una solución roja de bromo, éste pierde su color a medida que se va formando dibromuro de etileno. A temperaturas muy elevadas, el comportamiento es diferente. El doble enlace no se rompe y un átomo de halógeno ocupa el lugar de un átomo de hidrógeno. Esta es una reacción de *sustitución*. A 500°C., el cloro y el etileno reaccionan para dar cloruro de vinilo, a partir del cual se fabrica el plástico llamado policloruro de vinilo.



Reacciones de adición se producen también si se usan ácidos hidrácidos. El que [illegible] con [illegible] facilidad es el ácido yodhídri[illegible], sie[illegible] el ácido clorhídrico el que posee menor índice de reacción.

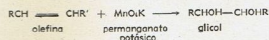


Cuando la reacción tiene lugar en moléculas no simétricas, como el propileno ($CH_3 — CH = CH_2$), podrían resultar dos productos, $CH_3 — CHCl — CH_3$ y $CH_3 — CH_2 — CH_2Cl$. Pero, en realidad, sólo se forma el primero de ambos. Se cumple la *regla de Markownikoff*, según la cual el átomo de hidrógeno entra en el carbono, que soporta el mayor número de átomos de hidrógeno.

También se produce la adición con agua de cloro y de bromo. De hecho, la decoloración del agua de bromo es usada como una prueba de no saturación e identificación.

Cuando se produce adición con ácido sulfúrico, se cumple también la regla de Markownikoff. Un átomo de hidrógeno del ácido se une al carbono que posee mayor número de átomos de hidrógeno, y el resto, SO_3OH, se une al carbono que tiene menos hidrógeno.

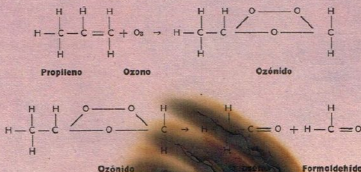
Estos compuestos son también muy sensibles a la oxidación; incluso, existe una sencilla prueba cualitativa de reconocimiento de olefinas, basada en la rápida descoloración de una solución diluida de permanganato de potasio en presencia de ácido sulfúrico. Es tan sensible, que permite detectar trazas de olefinas en soluciones de parafinas. Pero no se puede saber con certeza qué tipo de reacción se produce, puesto que el permanganato, en medio ácido, es un oxidante muy fuerte. Con posterioridad se introdujo el permanganato en solución alcalina, que es un oxidante bastante más débil; de esta manera se ha podido investigar la marcha de la reacción, llegando a conocerse, por estos estudios, que el producto resultante es un *glicol*, es decir, una sustancia saturada con dos grupos alcohólicos en posición vecina. Veamos un ejemplo en la reacción



Con ozono, se forman unos compuestos de adición inestables, explosivos, llamados *ozónidos*.

SITUACIÓN DE DOBLE ENLACE POR OZONÓLISIS

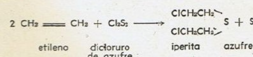
En la ozonólisis, la molécula se rompe por su doble enlace. Analizando los productos resultantes, se puede conocer la posición del doble enlace. Se hace burbujear ozono en una solución de olefina en ácido acético diluido.



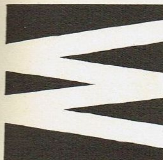
USOS DE LAS OLEFINAS

El etileno se utiliza para fabricar el material plástico denominado politeno. Su verdadero nombre, polietileno, indica que está constituido por varias moléculas de etileno formando una macromolécula. También se usa unido al benceno para fabricar estireno, con el que se manufactura el material plástico llamado poliestireno. También el alcohol etílico se puede fabricar a partir del etileno. El anticongelante etilenglicol se produce asimismo a partir de él. Se usa también en la fabricación del terilene. El cloruro de polinivilo tiene su origen en el etileno. El butileno C_4H_8 se polimeriza para fabricar gomas artificiales, empleadas para hacer neumáticos. Los detergentes líquidos se fabrican a partir de moléculas grandes de olefinas.

El etileno se usó en la fabricación de iperita, un gas asfixiante empleado en la primera guerra mundial. Este producto recibe también el nombre de gas mostaza, porque, a elevadas concentraciones, su olor se asemeja al de la mostaza. Se obtiene tratando etileno con dicloruro de azufre. Uno de los átomos de azufre se une a la olefina y el otro queda libre en estado coloidal.



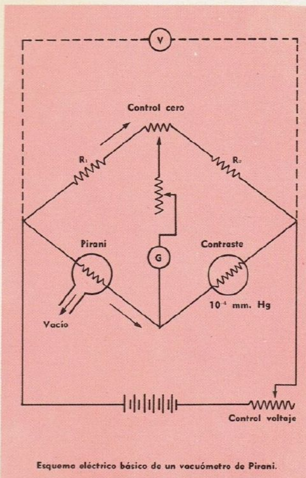
La iperita es un gas venenoso de extraordinaria eficacia: una concentración de sólo 0,15 mg. por litro, produce efectos mortales en menos de diez minutos.



NUEVAS REALIDADES, NUEVOS TÉRMINOS

CÓMO SE MIDE EL VACÍO

La determinación del vacío es un problema que se presenta con frecuencia en diversos procesos físico-químicos. Los aparatos que realizan estas medidas se denominan **vacuómetros**, de los que hay una gran variedad de tipos. Uno de los más modernos es el denominado **vacuómetro de Pirani**, con el que se pueden medir vacíos (presiones) desde 1 a 0,0001 mm. de mercurio (la presión atmosférica normal es de 760 mm. de mercurio; hay vacío en un recinto cuando su presión es inferior a la normal).
El procedimiento del vacuómetro de Pirani, también llamado vacuómetro térmico, está basado en las variaciones que experimenta la resistencia de un filamento, con la temperatura, cuando circula por él una corriente eléctrica.
Si disponemos un filamento en un recinto conectado a un sistema de vacío, y hacemos circular a través de él una corriente eléctrica, la disipación de calor y, por tanto, el valor de su resistencia, puede ser debida a tres causas: 1) conductividad por los soportes, 2) radiación, y 3) convección por las moléculas gaseosas existentes en el recinto. Las dos primeras son constantes, pero la disipación por convección depende del número de moléculas y, por consiguiente, del grado de vacío alcanzado.
Hay, en consecuencia, una relación entre el vacío y la corriente que pasa por el filamento, propiedad que aprovecha el vacuómetro Pirani para efectuar comprobaciones de vacíos observando medidas de intensidad de la corriente.
El dispositivo empleado es un puente de Wheatstone, que se representa en la figura. Las resistencias R_1 y R_2 son iguales. Las otras dos resistencias, denominadas Pirani y de contraste, tienen las mismas características a igualdad de condiciones. La válvula que contiene la resistencia de contraste está sometida a un vacío fijo de 0,0001 mm. de mercurio y, evidentemente, cuando en la válvula que contiene la resistencia Pirani se alcanza el mismo grado de vacío, ambas resistencias son iguales.
En estas condiciones, el galvanómetro G no acusa el paso de corriente: G = 0 amperios. Si disminuimos el vacío, aumenta la refrigeración y, por tanto, disminuye el valor de la resistencia Pirani, que permite mayor intensidad de corriente. Ahora bien, como el valor de la resistencia de contraste permanece invariable, este exceso de corriente circula por el conductor donde está instalado el galvanómetro y éste nos señala un cierto valor, que va aumentando a medida que disminuye el vacío.
Las características de la corriente de alimentación son tales que para un vacío cero, o sea, para la presión atmosférica, el galvanómetro nos indica el paso de 250 μ A (microamperios). Las lecturas de intensidad de corrie[illegible] pueden variar, no solamente por variación de la re[illegible]ración de las resistencias, sino también del voltaj[illegible] alimentación, por lo cual hay que ajustar el vol[illegible] valor fijo y determinado, por medio del mando [illegible]espo[illegible]diente, para que la experiencia se realice sie[illegible] en [illegible] mismas condiciones. Asimismo, antes de hacer [illegible] lectu[illegible] hay que asegurarse que el Pirani marca la p[illegible]ón at[illegible]férica G = 250 μ A, maniobrando en un control de cero.
La curva μ A — mm. de mercurio, es decir, el calibrado



Esquema eléctrico básico de un vacuómetro de Pirani.

del Pirani, se logra con la ayuda de otro vacuómetro de referencia (por ejemplo, un vacuómetro tipo McLeod). Un calibrado de este tipo nos da una curva en la que a cada valor que señala el galvanómetro corresponde un grado de vacío. Normalmente, el galvanómetro dispone de una escala de vacío y, por tanto, la posición de su aguja nos da di[illegible]tamente el grado de vacío.
[illegible] vapores que hay en el recinto (aceite de la bomba de vacío del sistema, disolventes orgánicos, etc.) suelen con[illegible] el filamento del Pirani, lo que da lugar a anomalías [illegible]s lecturas de presión. Por esto es necesario efectuar, periódi[illegible]te, un nuevo calibrado de la válvula, frente a un [illegible]metr[illegible] McLeod.
C[illegible]ecuenc[illegible] el filamento del Pirani suele protegerse con [illegible] delgada película de vidrio, aunque entonces, a pesar [illegible] tratarse de un material especial, sensible a los cambios de temperatura (tungsteno, níquel, etc.), se reduce la sensibilidad de la respuesta a las variaciones de presión.



CORREO DE LECTORES

¿QUIÉN INVENTÓ EL MOTOR DE EXPLOSIÓN?

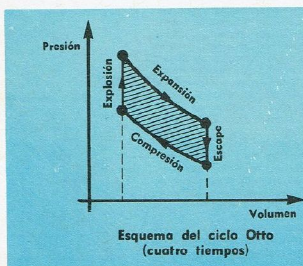
Encuentro una contradicción en cuanto al inventor del motor de explosión, que, según TECNIRAMA Nº 15 (Correo de lectores), fue Marcus y, según TECNIRAMA Nº 37 (*Y para concluir...*), fueron Otto y Langen. A. C. M.
Procuraremos solucionar este problema definitivamente, distinguiendo entre motores de gasolina (o de petróleo ligero) y motores de gas-oil.
El motor de gasolina es un invento francés y alemán; el motor de gas-oil es un invento inglés y alemán.
En 1861 Lenoir, un mecánico francés, inventó un motor de gasolina, cuyo diseño era análogo a los de vapor utilizados hasta entonces.
Sin embargo, el motor de gasolina propiamente dicho, es decir, de diseño y procedimiento análogos a los que se utilizan hoy día, parece que fue un invento simultáneo e independiente de un alemán, Otto (finales de 1861), y de un francés, Alphonse Beau de Rochas (1862). Lo que sí está claro es que Otto fue el primero que construyó un motor de explosión de interés comercial (1876).
En la década de 1872 a 1882 estuvieron trabajando, en la fábrica de Otto, otros dos hombres muy ligados al desarrollo del motor de explosión, Daimler y Maybach.
Allí diseñaron, conjuntamente, el primer motor de petróleo ligero, aplicable a un vehículo.
Simultáneamente (1875), Siegfried Marcus de Viena construyó un vehículo impulsado por un motor de petróleo.
En 1885 aparece en escena Carl Benz, que fue el primero en construir automóviles comerciales propulsados por un motor de explosión (parecido al de Marcus).
Daimler y Maybach habían fundado una empresa para construir motores (no vehículos) y los suministraban, por ejemplo, al fabricante francés Panhard (1894). A la muerte de Daimler, Maybach impulsó el diseño de nuevos motores, y en 1900 construyó, por fin, el que pudo considerarse



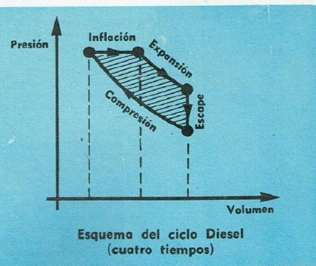
CORREO DE LECTORES

Comunique sus dudas u objeciones a **TECNIRAMA**, a la dirección del distribuidor en su país. No olvide indicarnos cuáles son los temas de lectura que prefiere.

como primer automóvil moderno, el primer "Mercedes" (no "Mercedes-Benz", puesto que la unión de las fábricas Daimler y Benz no se realizó hasta 1926).
En resumen, podemos decir que la historia del motor de explosión de gasolina es la siguiente:
Primer motor de explosión de cuatro tiempos: Otto y Rochas (1861-1862).
Primer motor de explosión comercial: Otto (1876).
Primer automóvil con motor de explosión: Marcus (1875).
Primer motor comercial útil, aplicable a vehículos: Daimler y Maybach (1885, aproximadamente).
Primer automóvil moderno: "Mercedes" de Maybach (1900).
En cuanto a la historia del motor de gas-oil (aceite pesado), es casi simultánea a la del motor de gasolina.
El primer motor de este tipo fue inventado por un inglés, Herbert Ackroyd-Stuart (1890), que vendió su patente, en 1891, a la compañía Ruston y Hornsby.
El primer motor de aceite pesado moderno, es decir, en el que la ignición tenía lugar sólo por el calor generado en la compresión, fue inventado por un alemán, Rudolph Diesel (1897).



Esquema del ciclo Otto (cuatro tiempos)



Esquema del ciclo Diesel (cuatro tiempos)

Y PARA CONCLUIR...

EL DESCUBR[illegible]TO DEL PAPEL CELOFÁN

La lámina de co[illegible]na película delgada, flexible, sin fibras, [illegible]osa [illegible]ada, que contiene glicerina como agente [illegible]dor.
Su tra[illegible]lidad hacen del celofán un mater[illegible] otros usos.
Aun[illegible] hay [illegible] co[illegible]rs[illegible]e el descubrimiento del [illegible]án, se [illegible] la [illegible]encia [illegible] que Jacques Edwin Brandenberger, qu[illegible]co n[illegible] en[illegible], fue el primero que trasformó una película [illegible]útil [illegible]ulosa en un producto práctico, y, por tanto, se le [illegible]ede considerar el descubridor del celofán.
Brandenberger era un químico especializado en anilinas, y desde 1900 estuvo haciendo experimentos para obtener una cubierta protectora que permaneciera limpia o que fuese fácil de limpiar. En primer lugar, preparó una tela cubierta con viscosa líquida (solución alcalina densa), que resultó excesivamente rígida; después unió una delgada lámina de viscosa a una trama de algodón, pero tampoco fue satisfactoria. Llegó a la conclusión de que la película de celulosa podía valer por sí sola, si se fabricaba independientemente, y se dedicó a esta tarea, aplicando a ella toda la experiencia que tenía de la industria textil sobre fabricación continua de tejidos de celulosa. Su primer producto era grueso y quebradizo, pero en 1912 consiguió una película delgada de propiedades satisfactorias, y la patentó en Europa y Estados Unidos, así como la maquinaria para fabricarla. El principal productor francés de rayón (Comptoir de Textiles Artificiels) se interesó por las patentes, y se dispuso a financiar la producción del nuevo producto. Para ello formó una sociedad, la Cellophane, cuyo director técnico fue precisamente Brandenberger, que lanzó el producto al mercado con buen éxito comercial.
La Comptoir, por otra parte, estaba asociada, para la fabricación de rayón, con la firma estadounidense Fibersilk Company, filial de la importante compañía de productos químicos Du Pont.
Tras la primera guerra mundial, la Du Pont, deseosa de ampliar sus actividades, entabló negociaciones con la Comptoir para fabricar el celofán. Brandenberger visitó los Estados Unidos en 1923, y llegó a un acuerdo sobre el asunto, formándose una nueva sociedad, la Du Pont Cellophane Company, que en 1924 produjo el primer celofán en los Estados Unidos.
En 1925, la Du Pont empezó a investigar, por su parte, para producir un nuevo celofán impermeable a la humedad, y dos de sus técnicos, W. H. Charch y K. E. Prindle, consiguieron resolver el problema. Las patentes de este nuevo producto fueron cedidas a la Sylvania Industrial Corporation, que inició la fabricación en el año 1933.
En resumen, el descubrimiento d[illegible] celofán se debe al trabajo individual de Brandenberg[illegible], su desarrollo industrial, a la industria textil francesa, y su perfeccionamiento posterior a la investigación estadounidense.

FRASE DE LA SEMANA

Dijo Ramón y Cajal: "Lo peor no es cometer un error o proferir un juicio equivocado, sino tratar de justificarlos, o[illegible]zonarlos, en vez de aprovecharlos como avisos providenciales de nuestra ligereza o ignorancia".

PRECIOS DE VENTA (Rigen también para los números atrasados)

ARGENTINA,	Pesos	35.—	ECUADOR,	Sucres	6.—	*HONDURAS,	Lempiras	0,60	PERÚ,	Soles	10.—
*COLOMBIA,	Pesos	3.—	*EL SALVADOR,	Colones	1.—	*MÉXICO,	Pesos	3,50	*PUERTO RICO,	Dólares	0,30
*COSTA RICA,	Colones	2.—	ESPAÑA,	Pesetas	18.—	*NICARAGUA,	Córdobas	2.—	*R. DOMINICANA,	Pesos	0,30
*CHILE,	Escudos	1.—	*GUATEMALA,	Quetzales	0,30	*PANAMÁ,	Balboas	0,30	URUGUAY,	Pesos	4,50
									*VENEZUELA,	Bolívares	1,50

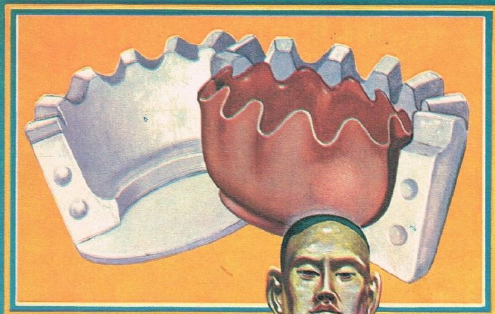
Aparece todas las semanas

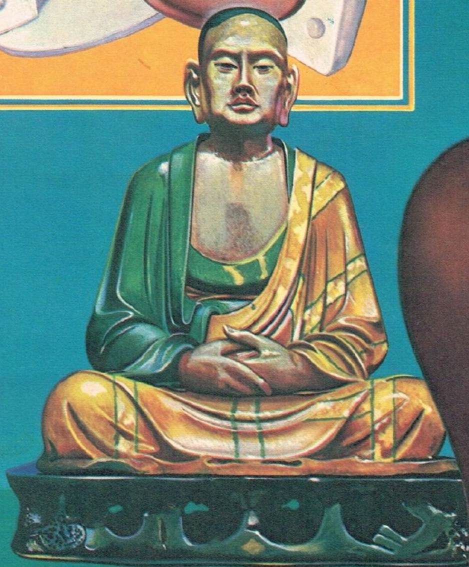
* Distribución a partir del 4 de enero de 1965

Nº 65

tecnirama

ENCICLOPEDIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA ®





AUTORES CONSULTADOS SOBRE TEMAS ESPECIALES DE ESTE NÚMERO: **V. A. ROY (The Art. School, Pratt Institute, Nueva York), vajilla de loza. J. O. FLYNN (Union Carbide and Carbon Corp.), cómo se hace una copia fotográfica. W. ABBOT (Universidad de Michigan), emisión de radio. W. M. WHEELER (Universidad de Harvard), colonias de hormigas. L. G. STEVENSON (Univ. Western, Ontario), Fleming y su descubrimiento de la penicilina. G. L. KEHL (Univ. Columbia), inspección de superficies. J. P. BLEWETT (Brookhaven National Laboratory), el ciclotrón, P. GRASSE (Univ. Sorbona, París), la reproducción en los animales. G. M. BARROW (Case Institute of Technology), el calor de las reacciones químicas. H. HAEHN (Instituto de las Industrias de la fermentación, Berlín), elaboración de la cerveza.**

TECNIRAMA ®, Enciclopedia de la ciencia y la técnica de hoy, es una obra sistemática que se publica en forma de semanario encuadernable. Una vez eliminadas las cubiertas de los ejemplares, las páginas interiores numeradas forman un curso progresivo. Dichos fascículos se coleccionan cómodamente en prácticas tapas-libro para trece números cada una, que aparecen trimestralmente e incluyen los índices temáticos y alfabéticos completos del tomo.

Publicada en Argentina por

EDITORIAL CODEX S.A.
BOLÍVAR 578 BUENOS AIRES



AÑO II
TOMO V
Nº 65

SUMARIO

Distribuidores, agentes de suscripciones y venta de ediciones anteriores: **ARGENTINA:** Distribuidora Universal S.R.L., Herrera 513, Buenos Aires. **COLOMBIA:** Distribuidora Tequendama S. A., Carrera 13 Nº 18-38, 3er. Piso, Bogotá. **COSTA RICA:** Carlos Valerín Sáenz y Cía., Apartado 1924, San José. **CHILE:** Publichile S. A., Manuel Rodríguez 866, Santiago. **ECUADOR:** Muñoz Hnos., Bvard. 9 de Octubre 732, Guayaquil. **EL SALVADOR:** Librería Hispanoamérica, Emilio J. Simón y Cía., 1ª calle Oriente y 4ª Avenida Norte, San Salvador. **ESPAÑA:** Distribuidora Europea de Publicaciones (DISEUROPA), Córcega 414, Barcelona. **GUATEMALA:** De La Riva Hnos., 9ª Avenida 10-34, Guatemala. **HONDURAS:** Librería Navarro, Calle Real, Comayagüela D.C. **MÉXICO:** Distribuidora Publex S.A. (DISPUBLEX), Dir. responsable: Marcial Frigolet Lerma, Bolívar 154, México, D.F. **NICARAGUA:** Ramiro Ramírez Valdez, Avda. Bolívar Sur 302 A, Managua. **PANAMÁ:** Agencia Internacional de Publicaciones, Apartado 2052, Panamá. **PERÚ:** Distribuidora Limac S.A., Avda. Bolivia 154, Lima. **PUERTO RICO:** Matías Photo Shop, Fortaleza 200, San Juan. **REPÚBLICA DOMINICANA:** Librería Dominicana, Mercedes 49, Santo Domingo. **URUGUAY:** Distribuidora Paysandú S.A., Ing. Luis P. Ponce 1432, Montevideo. **VENEZUELA:** Distribuidora Guaicaipuro C. A., Principal a Santa Capilla 4, Caracas - Distribuidora Continental S.A., Ferrenquín a La Cruz 178, Caracas.

TEMA DE LA CUBIERTA:

VAJILLA DE LOZA. - (En recuadro) Un recipiente recién cocido parcialmente desprendido de su molde de yeso. La decoración de los objetos de loza se realiza después de cocerlos.

Correo Argentino Central B | TARIFA REDUCIDA | CONCESIÓN Nº 7271

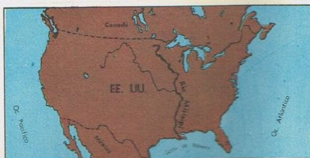
Imprimió Cía. Fabril Financiera Iriarte 2035, Bs. As., Argentina



NOTICIAS DE HOY

Nuevo sustituto de la madera. — En el mercado japonés recientemente ha aparecido una especie de plástico acrílico esponjoso, sustitutivo de la madera. La firma que lo produce es la Sekisui Chemical Company, de Osaka; asegura que el nuevo producto es tan duro como la madera, pero mucho más ligero y resistente que ésta a los golpes y al calor. Su fabricación se basa en la dispersión homogénea de una resina metil metacrílica, sometida a un proceso de inclusión de aire en pequeñas esférulas mediante el cual se forma la esponja

¿Puede el agua fluir cuesta arriba? — Mediciones realizadas en los Estados Unidos parecerían probar que el río Misisipi fluye cuesta arriba. La explicación de este fenómeno se funda, según los investigadores, en el hecho de que la Tierra no es completamente redonda: en el ecuador su diámetro tiene mayores dimensiones que en los polos. La fuerza centrífuga resultante de la rotación de la Tierra produce deformaciones que son mayores en los polos que en el ecuador. Los océanos siguen estas deformaciones de la corteza terrestre, y, por lo tanto, son más altos en éste. Siguiendo estos razonamientos, los investigadores han calculado que en su nacimiento el río Misisipi está a 450 metros sobre el nivel del mar de ese paralelo, pero a 6,5 Km. bajo el nivel de su desembocadura en el golfo de México. En conclusión: la fuerza centrífuga hace que el río fluya "cuesta arriba".

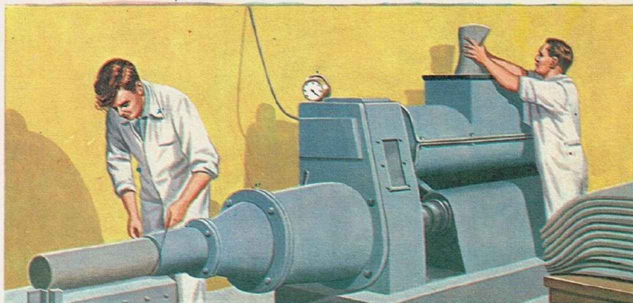




NOTICIAS DE MAÑANA

Endurecimiento artificial de la madera. — Con la introducción progresiva de una técnica reciente se abren nuevas posibilidades a la utilización de maderas débiles. La técnica, desarrollada por la Universidad de Virginia y por la compañía "Denver a Río Grande Western Railroad", puede transformar maderas débiles y de poco costo, en otras que presentan las propiedades de las más caras y resistentes. El proceso no ofrece demasiadas dificultades. Consiste en la impregnación de la madera con un agente químico preservativo corriente, como, por ejemplo, el alquitrán. La madera así tratada es después sometida a la acción de los rayos gamma. El cobalto 60 producido artificialmente ha revelado ser una económica fuente productora de dichos rayos. Sometida la madera al mencionado tratamiento, la radiación produce polimerizaciones y cambios en la estructura interna de las redes de celulosa y lignina, lo que ocasiona un endurecimiento de la madera. Mediante este proceso aumenta también su densidad, flexibilidad y resistencia.





Amasadora en la que la arcilla, libre ahora de sustancias extrañas, se amasa hasta adquirir la plasticidad necesaria para que pueda trabajarla el alfarero.

VAJILLA DE LOZA

Es probable que la taza en la que usted ha tomado café esta mañana fuera de loza; la vajilla de loza es la que con más frecuencia sustituye a la de porcelana.

La loza se fabrica sobre la base de arcillas que, con el fin de endurecerlas, son horneadas o cocidas en una mufla. Esta operación tiene, además, otra consecuencia importante: si bien el interior de la loza se mantiene poroso, su superficie resulta vitrificada.

Existen varios métodos para fabricar loza; no obstante, el desarrollado por el famoso alfarero británico Josiah Wedgwood (siglo XVIII), puede considerarse el más típico.

A diferencia de la porcelana, que se fabrica con feldespatos, caolín y hueso de animal, los ingredientes principales de la loza son: caolín, arcilla plástica, piedra china y pedernal (cuarzo compacto); todos ellos, productos naturales extraídos de la tierra. El caolín es la arcilla más blanda que se conoce; constituye fundamentalmente una transformación natural y milenaria del granito.

La *arcilla plástica* es una arcilla oscura y se incluye entre los ingredientes de la loza para aumentar la maleabilidad de la mezcla, antes de la cocción y, posteriormente, su resistencia. La *piedra china* o *cornualles* (feldespato), es, en realidad, la misma sustancia que el caolín, pero en una etapa anterior de la transformación del granito. En cuanto al *pedernal,* es una forma de cuarzo que se encuentra en la costa; primeramente se calcina en hornos y luego se muele reduciéndolo a un polvo blanco fino. El pedernal se emplea para aumentar la resistencia y solidez de la mezcla, y evitar así que los productos se deformen antes de ser cocidos.

PREPARACIÓN DE LAS ARCILLAS

La primera etapa de la fabricación de la loza tiene lugar en el taller de mezcla líquida. El caolín y la arcilla se mezclan con agua, por separado, en máquinas llamadas *mezcladoras.* Palas rotatorias baten la mezcla hasta que la masa adquiere la consistencia necesaria. El feldespato y el pedernal, finamente molidos, se mezclan también con agua, y cada uno de los principales componentes es almacenado en un tanque especial (*arca*), donde se le agita constantemente hasta el momento de su utilización. A través de unos tanques medidores, cantidades exactas de ingredientes son enviadas a los tanques de *mezclado* o composición. La mezcla líquida compuesta se llama *slip* (pasta). El *slip* no está todavía a punto para ser usado, por lo cual, primero, se lo hace pasar a través de una serie de tamices, que retienen las partículas mayores, y luego es sometido a la acción de un electroimán que atrae las pequeñas partículas de metal. La mezcla es después introducida a presión, mediante unas bombas, en una instalación llamada *filtro prensa;* la mezcla penetra en compartimientos realizados con tela de nylon; el agua pasa directamente a través de la tela, en tanto que en los com-

Los moldes de yeso de los alfareros tienen una vida limitada. Aquí se muestra cómo se hace un molde nuevo.



El exterior del plato se conforma con un perfil horizontal de metal. El molde rotatorio le da la forma interior.



El "torneado" es ciertamente una artesanía. Utilizando sus manos con habilidad, el alfarero le da forma al jarrón, mientras éste gira.

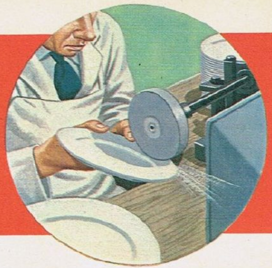




Para obtener formas más complicadas se vierte masa líquida en un molde de yeso. La masa sobrante se extrae del molde.



Luego de la cocción del bizcocho, la loza se sumerge en un barniz líquido y posteriormente es introducida en el horno de abrillantado.



Los defectos pequeños que quedan en la superficie, luego del barnizado, se eliminan por abrasión y pulido.

partimientos quedan lozas sólidas de arcilla. Cada loza pesa alrededor de 50 Kg. Sin embargo, la arcilla no es aún suficientemente plástica (*moldeable*), y por lo general todavía contiene burbujas de aire. De ahí que se la amasa (como si se tratara de la masa de pan), en una máquina especial, de donde sale como una tira sin fin, lista ahora para ser cortada y empleada.

MODELADO DE LA ARCILLA

Para dar a la arcilla la forma que convenga a los objetos que se quiera fabricar, se puede: *modelarla* igual que se modelaría un trozo de plastilina para hacer con ella una figura; *tornearla* en un torno de alfarero, o bien *matrizarla*, utilizando un molde (como el que se utiliza para preparar gelatina), en el cual se vierte la mezcla líquida o pasta. Desde luego, para la producción en serie, siempre que sea posible se utilizan máquinas.

Los procedimientos generales pueden ser mejor comprendidos mediante ejemplos. Para fabricar un plato se procede de la siguiente manera. Se aplasta un trozo de arcilla sobre un disco giratorio, obteniéndose así una "torta" arcillosa o *placa* (tal su denominación), la cual se echa en un molde de yeso, que gira sobre el disco y que tiene la forma de la cara interna de un plato. Mientras que el molde determina la cara interna de la pieza, la parte exterior se "perfila" con una herramienta de metal, de forma apropiada, que corta la superficie a medida que gira la masa, hasta que ésta adquiera la forma requerida. El tamaño de la pieza, empero, habrá de disminuir ligeramente una vez que sea sometida al horneado; ello se debe a que, al perder humedad, la arcilla se contrae.



Piezas de arcilla a punto de entrar en el horno eléctrico para la cocción del bizcocho. Las carretillas del horno marchan lentamente por el largo túnel. El recorrido insume aproximadamente 70 horas.

Si lo que se fabrica es un jarrón, la técnica suele ser bastante distinta. Una bola de arcilla, de peso determinado, se coloca sobre el plato del *torno de alfarero*, que gira movido por un motor eléctrico que el artesano controla con el pie. El alfarero trabaja y da a la masa la forma de un cono. Presionando con su pulgar hacia abajo, sobre el centro del cono, abre la arcilla hasta obtener un cilindro, al que hábilmente conforma luego hasta que la masa adquiere el aspecto deseado.

Para obtener piezas de forma más complicada se recurre a la colada: la mezcla líquida se vierte en un molde de yeso; el agua se absorbe y una capa de arcilla sólida se deposita sobre las paredes del molde. Cuando esta capa es suficientemente espesa, la mezcla sobrante se vierte del molde. Al secarse la pieza de arcilla se contrae ligeramente; ello permite sacarla fácilmente del molde.

Es interesante señalar que las asas de las tazas y los picos de las teteras, normalmente, se colocan luego de haberse confeccionado el cuerpo de la vasija. Como adhesivo se utiliza una mezcla liviana de agua y arcilla. Para que queden fuertemente unidas, es preciso que la taza y el asa tengan la misma composición.

COCCIÓN DEL BIZCOCHO

Después de dar a los artículos (platos, tazas, etc.) la forma deseada, se los almacena hasta que adquieran una consistencia o dureza semejante a la de un queso. Entonces están a punto para la cocción. En las fábricas modernas, esta operación tiene lugar en hornos eléctricos. Carretillas cargadas con los artículos que se han de cocer, se deslizan por un túnel de unos 70 metros de longitud; el recorrido se completa en unas 70 horas. Dicho túnel es el horno, en el cual se obtienen temperaturas variables, con máximas que alcanzan los 1.150° C. Esta primera etapa se conoce como *cocción del bizcocho*.

VIDRIADO Y DECORACIÓN

Los artículos que salen del horno, pese a poseer ya su dureza y forma definitivas, necesitan aún mucha dedicación antes de poder ser despachados para la venta. La decoración de tazas y platos puede realizarse pintando o imprimiendo los dibujos que se desee.

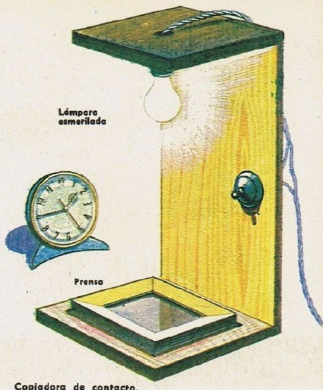
Pero la operación más importante desde el punto de vista del aspecto final de las piezas es el *vidriado*, por el que la vajilla adquiere su aspecto liso y pulido. En primer término los artículos de loza son sumergidos en un barniz líquido que tiene una consistencia cremosa. (La composición del barniz determina, en gran parte, el tipo de acabado del producto.) La vajilla barnizada se cuece, de nuevo, a temperaturas reguladas, en un *horno de abrillantado*, durante aproximadamente 30 horas.

Es importante que, antes de la cocción, los artículos se manipulen con cuidado. Ya en el horno, las piezas se mantienen separadas por medio de soportes de material refractario, de manera que no haya posibilidad de que se toquen. Los mismos soportes marcan ligeramente la superficie de las piezas, defectos que se corrigen con una pulidora.

Tras los procesos descritos la decoración de las piezas puede aún ser enriquecida. Para ello, se las pinta y se las vuelve a cocer en un *horno de esmaltado* (que es parecido al horno ya mencionado).

Todas las piezas son examinadas minuciosamente antes de ser enviadas a destino. Las que no cumplen las condiciones de perfección exigidas, son eliminadas.

LA COPIA FOTOGRÁFICA



Copiadora de contacto.

El proceso de obtención de una copia fotográfica se inicia con la apertura del obturador de la máquina. De este modo, la luz que pasa a través de la lente determina la formación de una imagen en la película sensible (bajo la acción de la luz, la emulsión de haluro de plata —o bromuro— que recubre la película se convierte en plata).

Expuesta posteriormente la película a la acción del *revelador*, éste continúa y termina el proceso ya iniciado, produciendo, en las áreas antes sometidas a la luz, una imagen compuesta por plata metálica. Los haluros de plata de la película que hasta entonces hubieren permanecido al margen del proceso son todavía sensibles a la luz y, en consecuencia, debe eliminárselos; para ello se recurre al *fijador* que, en realidad, es un disolvente del bromuro de plata. De este modo se obtiene un *negativo*, el cual, una vez bien lavado y cuidadosamente secado, se utilizará para obtener la cantidad de copias que se desee.

En el negativo, las partes luminosas del tema fotografiado aparecen oscuras; las sombras (partes oscuras) aparecen, en cambio, claras o transparentes. La imagen que se obtiene sobre el papel a partir del negativo es "contraria" a la que presenta éste; se la llama *positivo*. El lugar donde se obtienen las copias se denomina *cuarto oscuro*. Si no se dispone de un sitio especial, el cuarto de baño o la cocina pueden adaptarse al mismo fin. Todas las operaciones previas y posteriores al proceso mismo de obtención de copias pueden realizarse a la luz ordinaria de la habitación. En cambio, antes de iniciar las operaciones de revelado es preciso obtener la oscuridad, apagando las luces ordinarias y cubriendo todas las aberturas por donde pudiere penetrar luz desde fuera. A fin de poder moverse sin tropiezos dentro del cuarto oscuro, se dispone de una lámpara de seguridad adecuada. Cuando se trata de obtener las llamadas *copias por contacto* habitualmente se utiliza una lámpara de seguridad de luz roja; al respecto, empero, se deben seguir las indicaciones del fabricante del papel para copia.

La clase de papel para copia que se utilice (de superficie brillante o mate) debe ser la adecuada a las condiciones del negativo que se posea. Lo mismo puede decirse del grado de contraste del papel que se debe utilizar: *normal* para negativos con exposición y revelado correctos, *fuerte* para contrastes bajos; y *suave* para negativos de mucho contraste. En cualquier caso, el papel de copias se debe mantener a cubierto de la luz (preferiblemente, guardado en su paquete o caja de origen), hasta que haya de usarse, ya que, por supuesto, es sensible a la luz. Como la película fotográfica, el papel de copia está recubierto de una emulsión de plata, pero de composición algo diferente.

Se necesitan tres cubetas: para el revelador, para el detenedor y para el fijador, y un termómetro para comprobar la temperatura de las disoluciones (normalmente, de unos 20° C.), de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

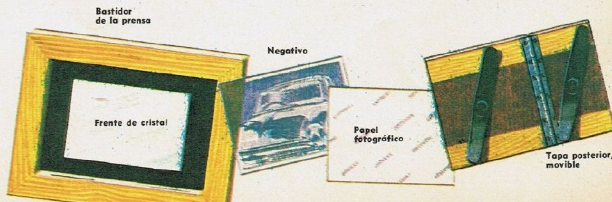
También se necesita una *prensa de copiar*. Para utilizarla, previamente se debe colocar una lámpara eléctrica a la altura conveniente; luego se expone el papel a la luz blanca que pasa a través del negativo durante el tiempo necesario. La distancia entre la lámpara y la prensa puede determinarse mediante ensayos sucesivos hasta que el tiempo de exposición adecuado sea de 15 a 30 segundos, que es el que corresponde a un negativo normal. Si se examina una prensa, se observará que delante tiene un cristal, e inmediatamente detrás de éste un recuadro de material opaco, cuyo objeto es proveer de un borde blanco a la copia final. Para mantener el negativo y el papel en estrecho contacto, la prensa dispone, en su parte trasera, de una tapa plástica o de madera, ajustada en su sitio por medio de grampas. El cristal debe limpiarse siempre antes de utilizar el aparato, para impedir la aparición de puntos blancos en la fotografía. También el negativo debe estar limpio de polvo, y es preciso manejarlo con cuidado a fin de que en él no queden impresiones de los dedos.

El revelador, el detenedor y el fijador deben prepararse según las instrucciones impresas en los envases de las sustancias utilizadas, debiéndose tener particularmente en cuenta las temperaturas recomendadas. Se coloca la prensa de copiar con el cristal boca abajo; sobre éste el recuadro opaco; a continuación el negativo con el lado de la emulsión hacia arriba, y sobre él, el papel de copia con la emulsión hacia abajo. Después de cerrar el bastidor con la correspondiente tapa se coloca el aparato en posición para obtener la copia, manteniendo el negativo y el papel convenientemente ocultos, y de cara a la lámpara eléctrica. Se enciende ésta y la prensa se expone a la luz durante el número de segundos indicados en las instrucciones o, si se ha hecho una previa tira de ensayo, durante el tiempo que éste aconseje. Dicha tira consiste en una serie de exposiciones de tiempo creciente entre las cuales se escoge la mejor.

A continuación se saca el papel de la prensa y se coloca en el revelador. La fotografía se torna rápidamente visible y va ganando nitidez según va transcurriendo el tiempo de revelado (normalmente de 45 a 60 segundos), al final del cual se somete entonces el papel al baño detenedor y luego al fijador, que elimina las sales de plata remanentes. Entonces se puede encender la lámpara ordinaria.

Después de lavar la copia minuciosamente se la seca, terminando en este punto el proceso.

Prensa para copias de contacto.



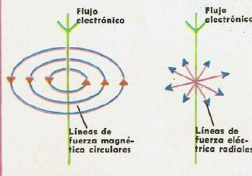
EMISIÓN DE RADIO

Cuando los hilos del teléfono trasmiten la palabra u otra clase de sonidos, ocurre lo siguiente: las vibraciones que ha recibido el micrófono se convierten, primero, en señales eléctricas, las que son cursadas por los mencionados hilos en forma de una corriente eléctrica variable. La energía recibida por el micrófono (energía *sonora*) se convierte, pues, en energía *eléctrica*, que es lo que trasmiten los hilos.

Existe otro tipo de trasmisión, que se produce en relación con los *campos* eléctricos y magnéticos que aparecen alrededor de los hilos. Cuando se pasa una corriente eléctrica por un conductor, se establece un campo magnético con líneas de fuerza *circulares* en torno al conductor. Al mismo tiempo se forma un campo eléctrico con líneas de fuerza que salen *radialmente* del conductor, perpendiculares a las líneas del campo magnético.

Cuando pasa por el hilo una señal eléctrica, que consiste en impulsos de corriente, aparece un complicado conjunto de campos magnéticos y eléctricos, que acompañan a la señal, a lo largo del hilo. La energía que posee el conductor se convierte, de este modo, en energía *electromagnética*, que se mueve con él en forma de *movimiento ondulatorio*, a la misma velocidad que la luz en el vacío. (La luz misma es una forma de movimiento ondulatorio electromagnético.)

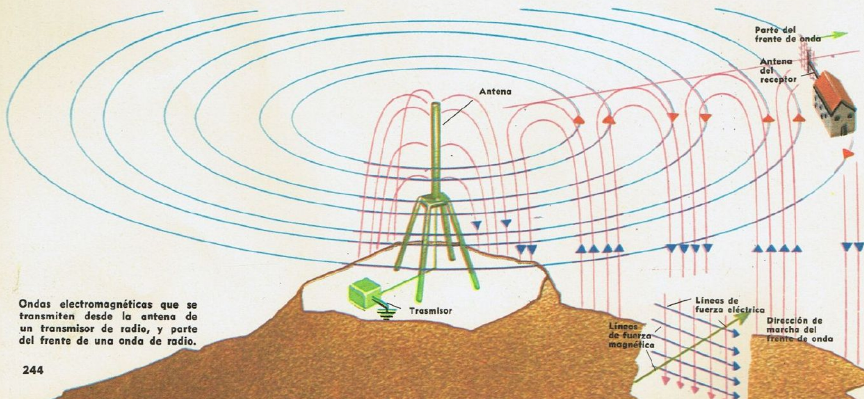
Cuando pasa una corriente por un conductor se establecen, alrededor del mismo, líneas de fuerza magnética "circulares". Al mismo tiempo, aparecen también líneas de fuerza eléctrica "radiales".



Cuando se trasmiten las señales por el hilo, las ondas electromagnéticas están controladas, es decir, confinadas a la vecindad del hilo. Sin embargo, si se suministra una señal eléctrica a un trozo de hilo suspendido en el aire, las ondas se irradian desde aquél al espacio libre.

Esto es lo que ocurre cuando se emite una señal de radio. La energía sonora que se recibe en el micrófono también se trasforma —después de amplificarse— en radiación electromagnética. En este caso, las ondas electromagnéticas no están combinadas, sino que irradian libremente desde la *antena* conectada a los terminales de salida del trasmisor de radio. Puesto que la energía trasmitida se irradia en todas direcciones, la cantidad de energía necesaria es, en primer lugar, muy grande, ciertamente, mucho mayor que la utilizada en la trasmisión por hilos.

A medida que las líneas de fuerza eléctricas y magnéticas van alejándose de la antena, encuentran, a su paso, obstáculos diversos, tales como montañas, árboles, grandes edificios y estructuras metálicas. Estos obstáculos reflejan, refractan o absorben energía electromagnética, en proporción a su propia resistencia eléctrica y tamaño y en

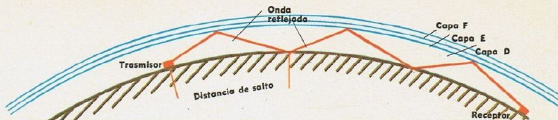


Ondas electromagnéticas que se transmiten desde la antena de un transmisor de radio, y parte del frente de una onda de radio.

relación con la *longitud de onda* del *portador de radiofrecuencia* que se utiliza. Cuando la onda en movimiento se encuentra con un conductor eléctrico, induce en el mismo corrientes eléctricas, cuya magnitud depende del contenido energético que tiene la onda en aquel punto.
De este modo, las ondas electromagnéticas se convierten en una corriente eléctrica, en una antena receptora. A pocos kilómetros de distancia de las antenas emisoras las señales inducidas son muy grandes; pero, a medida que se alejan las ondas, pierden energía.
Si una *antena receptora* se conecta a un receptor de radio, la señal trasmitida es recogida por la parte *detectora* del receptor y se puede reproducir la señal del sonido original que iba superpuesta en el portador de la frecuencia emitida.
La onda trasmitida o radiada desde una antena no puede avanzar indefinidamente y marchar completamente libre. Aunque la superficie terrestre (arena, suelo, rocas, etc.) no es buena conductora, las ondas electromagnéticas pueden inducirle corrientes. Por tanto, la superficie de la Tierra retiene parte de la energía de la onda y, retrasándola, causa una inclinación hacia adelante del *frente de onda;* así, a medida que avanza la onda pierde cada vez más energía.
Por último, a cierta distancia del emisor, la energía que queda resulta demasiado pequeña para producir una señal que pueda ser utilizada por el receptor. La mayor distancia que una de estas ondas puede recorrer es de 320 kilómetros aproximadamente, tratándose de una emisión de longitud de onda larga (1.000 metros), y de unos 65 kilómetros, tratándose de una trasmisión de longitud de onda corta (10 metros). La naturaleza del terreno puede introducir algunas variantes. Así, pues, una trasmisión sobre un desierto cubre más distancia que otra hecha sobre un terreno húmedo y montañoso. Por esta razón la antena del trasmisor suele situarse lo más alta posible; ello permite obtener el máximo alcance local cuando se usa trasmisión de *onda terrestre*.
Las comunicaciones por radio a distancias mucho mayores son, sin embargo, cosa bastante frecuente. En este caso, lo que se hace es aprovechar las capas de gases *ionizados* que existen en las regiones superiores de la atmósfera terrestre.
Estas capas tienen la propiedad de reflejar hacia la Tierra cierta clase de trasmisiones de radio dirigidas hacia el espacio (*ondas espaciales*), con lo cual se aumenta mucho el alcance del trasmisor. Hay una región entre el trasmisor y el área de la superficie de la Tierra, a la cual vuelve la trasmisión reflejada, que no puede recibir la emisión. Esta región es la comprendida dentro de la llamada *distancia de salto* (*skip*).

Campo eléctrico
Barra antena
Campo magnético
Trasmisor de radio
Tierra

Campos eléctricos y magnéticos en la proximidad de una barra antena en un momento dado.



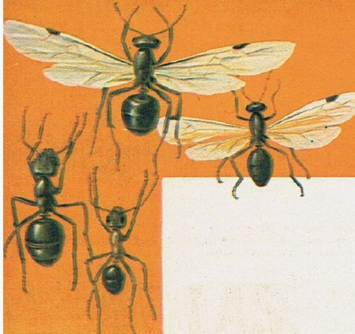
LA IONOSFERA

La atmósfera terrestre está compuesta por muchos gases. En la superficie de la Tierra la atmósfera contiene, fundamentalmente, nitrógeno (alrededor del 78,99 %), oxígeno (alrededor del 20,9 %) y otros.
A medida que aumenta la altura, disminuye la densidad de los gases. A alturas superiores a 50 kilómetros, la densidad de varios de los gases es lo suficientemente baja para permitir la "ionización" de las moléculas gaseosas sin que se verifique una recombinación inmediata. Esta ionización de las moléculas gaseosas da lugar a iones libres cargados positiva y negativamente, producidos por radiaciones cósmicas procedentes del Sol y del espacio exterior.
Debido a una serie de razones, la ionización tiene lugar en capas separadas y situadas a distinta altura sobre la superficie de la Tierra. La más baja de estas capas, conocida como "capa D" (de los 50 a los 80 kilómetros de altura), existe sólo durante el día. La siguiente, la "capa E" (alrededor de los 110 kilómetros), cambia con la hora del día y la época del año. La "capa F" (a una altura de unos 320 kilómetros) se divide en otras dos capas (F_1 y F_2) durante el día, y depende también de la época del año y del "ciclo de las manchas solares".
Estas capas ionizadas tienen la propiedad de reflejar las ondas de radio, por lo cual se las puede utilizar para propagar las emisiones a grandes distancias. Las ondas de radio, que se amortiguarían a una distancia relativamente corta si la transmisión se realizase en forma de "onda terrestre", se dirigen hacia una capa que las refleja, reenviándolas hacia la Tierra, igual que un espejo refleja las ondas luminosas. Gracias a este fenómeno la transmisión puede cubrir distancias mayores.

LONGITUD DE ONDA

100.000 metros (62 ½ millas)			
10.000 "			
1.000 "	Banda de onda larga		RADIO
100 "	Banda de onda media		Bandas de emisiones de radio
10 "	Banda de onda corta		
1 "	Banda de onda ultracorta		Radioteléfono, y comunicación en dos sentidos
10 centímetros 1 centímetro 1 milímetro (1.000 micrones)	Banda de micro-ondas		RADAR
100 micrones 10 micrones 1 micrón (1 millonésima de metro)	Infrarrojo		
		Luz visible	
1.000 Ångstroms 100 " (1 millonésima de cm.) 10 " 1 " 1/10 "		Rayos X	
1/100 " 1/1.000 "		Rayos gamma	

El intervalo de frecuencia que se usa para emisiones de radio es muy grande. Para emisiones de sonido, los portadores han de estar separados por 15.000 c/s. como mínimo y ésta es también la frecuencia portadora mínima.
Para transmisión de televisión, el intervalo de frecuencia modulada tiene una amplitud de unos 10.000.000 de c/s., y la frecuencia portadora ha de ser, por lo tanto, mucho mayor.
Las frecuencias más altas utilizadas comercialmente van desde 2.000.000.000 de c/s. a 2.000 mega-ciclos/s. Las comunicaciones en dos sentidos y el radar llegan hasta por debajo del infrarrojo o parte más baja de la zona o espectro de luz visible (longitud de onda de 1 milímetro).





Hormigas tejedoras preparando dos hojas para unirlas luego con los hilos de seda producidos por las larvas.

Hormiga europea de los bosques. Reina (arriba), macho (arriba a la derecha), reina fecundada (abultada por los huevos) y obrera.

LAS COLONIAS



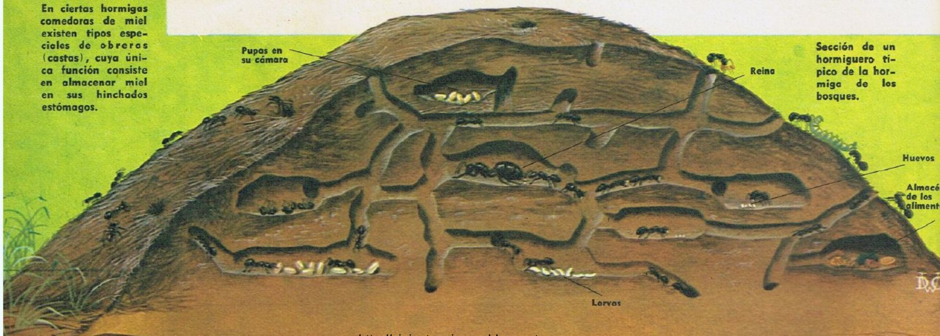
Pese a haber muchos insectos que viven agrupados, sólo se los puede encontrar, formando verdaderas sociedades en las que los individuos cooperen entre sí, en dos de los 29 órdenes que de ellos se conocen. Dichos órdenes son los *Isópteros* (termes) y los *Himenópteros* (abejas, avispas y hormigas). Aunque a los termes se les llama a menudo "hormigas blancas" ambos grupos no guardan mucha relación entre sí. Los termes son insectos primitivos que se relacionan más con las cucarachas que con las hormigas. Los himenópteros, por el contrario, constituyen uno de los órdenes más avanzados de los insectos.

Los posibles estados por los que las abejas y las avispas han atravesado antes de llegar al de sus comunidades más desarrolladas pueden conocerse estudiando las costumbres de las especies solitarias o semisociales. Las hormigas, sin embargo, son todas sociales por naturaleza, no encontrándose especies solitarias, a excepción de algunas rarísimas especies parásitas. No obstante estas últimas parecen formas que han evolucionado, apartándose de las costumbres sociales; por tanto, no se trata de estados anteriores a la etapa social. Debido a esto, se considera a las hormigas como uno de los grupos más avanzados y "modernos" dentro de los insectos. A diferencia de lo que ocurre en las colonias de avispas y en varias de abejas, que mueren sus componentes al llegar el invierno, quedando sólo las reinas fecundadas, las comunidades de hormigas son perennes. Cada individuo puede vivir varios años.

ESTRUCTURA

En el mundo hay muchas especies de hormigas —unas 5.000 especies en total— con costumbres muy diferentes. Las hormigas pueden diferenciarse fácilmente de los demás himenópteros por su abdomen, que muestra dos regiones muy marcadas, una estrecha y delgada, a modo de un talle o cintura esbelta,

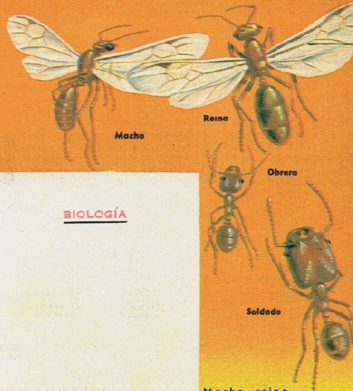
En ciertas hormigas comedoras de miel existen tipos especiales de obreras (castas), cuya única función consiste en almacenar miel en sus hinchados estómagos.



Sección de un hormiguero típico de la hormiga de los bosques.



Obreras atendiendo a la reina y transportando los huevos.



Macho, reina, obrera y soldado de una hormiga cosechadora.

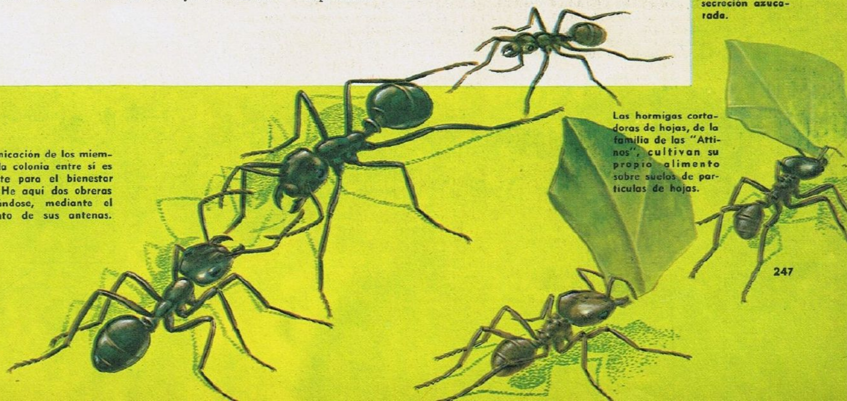
DE HORMIGAS



Hormigas "ordeñando" pulgones para recoger su secreción azucarada.

y una porción terminal abultada, llamada *gaster*. Otra característica notable consiste en sus antenas dobladas, cuyo primer artejo es muy alargado en la hembra. Aparte de su cualidad social, las hormigas se caracterizan también por su *polimorfismo*, o sea, por la existencia entre ellas de varias categorías o castas. Estas clases distintas son, por lo menos, tres, que, por analogía con las de las abejas, reciben los nombres de *reinas, machos* y *obreras*. Las obreras son normalmente estériles. En algunas especies, las hembras fértiles, o las obreras, pueden dividirse, a su vez, en dos subclases. Todas las especies de hormigas poseen un desarrollo complicado o *metamorfosis*, pasando por los estados de huevo, larva, pupa e insecto adulto o imago.

El polimorfismo de las hormigas, aunque presente con frecuencia en las tres clases mencionadas (reina, obreras y machos), puede alcanzar, en algunas especies, una extremada diversidad, que normalmente corresponde a una división del trabajo o funciones de los miembros de la colonia. Se han distinguido hasta 27 formas o clases distintas de individuos. La forma menos variable y que adopta menos particularidades morfológicas, adaptadas a las distintas funciones, es el macho. No obstante, en ciertas especies se encuentran machos de aspecto parecido al de las obreras, y que desempeñan algunas de sus funciones. Entre las hembras hay una gran variedad de subtipos, aunque la mayoría de ellas puedan clasificarse en reinas u obreras, según que desempeñen el papel reproductor o el de "trabajar" en distintas funciones en beneficio de la colonia. Un subtipo encontrado en algunas especies es el de *soldado*, que se caracteriza por su enorme cabeza y sus grandes mandíbulas. Normalmente, está adaptado para realizar funciones tales como la lucha (papel importante en muchas hormigas dedicadas al pillaje de los nidos de otras especies), la defensa del hormiguero, o, simplemente, para machacar semillas o las partes duras de los insectos capturados.



La comunicación de los miembros de la colonia entre sí es importante para el bienestar de ésta. He aquí dos obreras comunicándose, mediante el frotamiento de sus antenas.

Las hormigas cortadoras de hojas, de la familia de las "Attinos", cultivan su propio alimento sobre suelos de partículas de hojas.

HORMIGAS TEJEDORAS

Una de las formas de construcción de nidos por parte de las hormigas tropicales consiste en ir uniendo hojas por medio de hebras de seda. Las hormigas se colocan en fila sobre una de las hojas y con las mandíbulas aproximan otra, que es unida a la anterior, con fibras de seda, por otra brigada tejedora. A este efecto, una especie africana, del género "Oecofila", se sirve de sus propias larvas, que poseen glándulas productoras de seda. Las hormigas atenazan a las larvas con sus mandíbulas, y las utilizan como "bobinas" o "carretes" vivientes. Otras hormigas de Ceilán se comportan de forma análoga. En esa misma isla hay especies que tejen sus nidos (sirviéndose también de las larvas) sin entremezclar ninguna clase de materiales extraños, es decir, que los construyen prácticamente de seda pura.
En uno de los géneros de hormigas tejedoras ("Polyrhachis"), la saliva segregada por las hormigas adultas de ciertas especies sirve para que fabriquen una especie de cartón, aglutinando finos restos vegetales. Con este material construyen el nido adherido a las hojas.

El problema que queda por resolver es el del origen de las diferentes castas de hembras estériles, obreras, soldados, etc. Para explicar los distintos tipos de estas hembras se acude con frecuencia a las diferencias de alimentación recibida en el estado larvario. Sin embargo, aunque dicha explicación haya sido válida en el caso de las abejas, no parece serlo tanto con referencia a las hormigas, dado que sus larvas son alimentadas con una gran variedad de productos. Es muy posible que existan factores genéticos que contribuyan a la determinación de las castas en las hembras de las hormigas.

HORMIGUEROS

Quizá lo más fascinante de la biología de las hormigas sea su comportamiento en la construcción de los nidos, alimentación de las larvas, búsqueda y conservación de alimentos y, en general, todo cuanto se refiera a sus costumbres sociales. Si el llegar a conocer los hábitos de las hormigas sufrió cierto retardo, se debe a haber sido un grupo no estudiado al principio, de modo especial, desde el punto de vista de su clasificación, así como a algunas confusiones habidas con relación a las especies, y a datos poco claros. Para dar una idea de la dificultad de la clasificación, se puede citar que Linneo, en su "*Systema Naturae*", sólo describió 18 especies de hormigas y pocas más fueron las descritas por Fabricius, unos 70 años después (1804). Desde entonces, el trabajo de los especialistas, hasta la completa descripción de las 5.000 especies actuales, se ocupó más de la morfología externa que de la biología de estos insectos.
Los modos de construcción del hormiguero son bastante variados, e incluso algunas especies no lo construyen en absoluto.
La hormiga "viajera" de los trópicos vive en colonias nómadas, que merodean de continuo en busca de alimentos, animales vivos o muertos. Pueden habitar temporalmente en troncos huecos, pero al poco tiempo se ponen "en marcha" otra vez. Muchas hormigas construyen su hormiguero bajo tierra. En ocasiones, las partículas de suelo, extraídas al cavar sus galerías y túneles, pueden ser arrastradas hasta la superficie y depositadas allí en montones o esparcidas. Algunas especies, por ejemplo las hormigas de bosques, construyen su nido en forma de colina o de montículo. La tierra sacada de las excavaciones la van amontonando, junto con hojas y otros restos vegetales, hasta formar un montículo bastante elevado. También éste está lleno de galerías y cámaras que utiliza la colonia. El nido de forma cónica de la hormiga europea de los bosques, u hormiga roja (*Formica rufa*), puede alcanzar más de tres metros de altura y unos 10 metros de diámetro. Tiene numerosas aberturas, en toda su superficie. El hecho de mezclar restos vegetales con la tierra que constituyen el hormiguero tiene, aparte de una utilidad mecánica, la propiedad de aumentar la temperatura por el calor desprendido en las fermentaciones, con lo que se activa el desarrollo de las larvas y de las pupas. Se puede llegar a aumentos de temperatura de 10°, con relación a la del aire circundante.
En otras especies, el nido contiene menos restos vegetales, y se compone de cráteres formados por la acumulación de partículas de suelo. Se ha observado que la misma especie, en lugares que difieren por su clima más o menos cálido, emplea mayor o menor cantidad de materiales vegetales para mezclarlos con la tierra, debido, evidentemente, a que el calor desprendido en las fermentaciones es menos necesario en los climas cálidos.
Hay hormigas que usan las cavidades de las plantas para construir sus nidos. Esto ocurre especialmente en los países tropicales, donde las hormigas no necesitan construirlos conforme al tipo de "montón" o de cráter, que sirven de incubadoras para las crías. De hecho, muchas plantas tropicales presentan cavidades tan perfectamente adaptadas al propósito de servir de hormigueros que se diría que están hechas ex profeso. Así ocurre con los troncos huecos de *Cecropia*, o con las espinas huecas de *Acacia*. El "musgo español" (*Tillaudsia*), presenta, en algunas de sus especies, huecos cubiertos por hojas superpuestas, que sirven de cobijo a colonias de hormigas.

ACTIVIDADES

Es interesante señalar la existencia, entre las hormigas, de especies "cazadoras", "pastoras" y "agricultoras". Esto puede asemejarse al desarrollo de las culturas humanas, ya que las hormigas más primitivas son cazadoras (por ejemplo, las nómadas y sus semejantes). Ciertas hormigas consiguen extraer gotas azucaradas de líquido (o "maná") de los áfidos (pulgones), acariciándolos de manera particular con las antenas. Estas especies pueden considerarse como pastoras. Muchas otras recogen alimentos vegetales y los almacenan, pero la familia de las *Attinos* llega a cultivar por sí misma los materiales alimenticios. Estas hormigas se nutren de distintas especies de hongos, que hacen crecer en su nido. Tienen en su hormiguero una serie de cámaras, que alfombran con hojas cortadas y deyecciones propias, sobre las que se desarrolla rápidamente el hongo y produce cuerpos fructíferos, que son cosechados por las hormigas. Cuando la reina forma una colonia nueva acarrea, en una bolsa que tiene en la boca, cierta cantidad de este hongo, que servirá de "simiente".

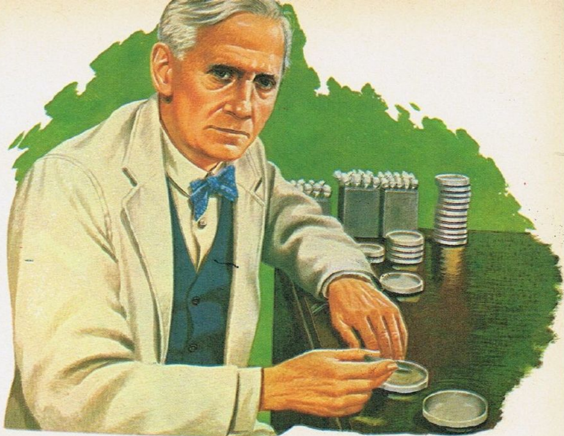
HORMIGAS CAZADORAS DE ESCLAVOS

En algunas hormigas, es posible encontrar colonias mixtas formadas por dos especies distintas, de una de las cuales —la dueña de la colonia— se sabe que tiene el hábito de la "dulosis" (esclavitud), es decir, de efectuar "razias" periódicas en los nidos de otras especies para robarles sus larvas y pupas de obreras, al objeto de adoptarlas y criarlas para que les sirvan de esclavas. Hábito del que no pueden prescindir ciertas especies (las llamadas "hormigas amazonas"), dependientes para todo de sus esclavos, que son, en efecto, los que las alimentan y las limpian y construyen el hormiguero. La única ocupación de estas hormigas "amazonas" consiste en llevar a cabo sus pillajes en los nidos de la especie en cuya captura y esclavitud están especializadas. Incluso la arquitectura de los hormigueros en que viven estas colonias mixtas es idéntica a los de la especie esclavizada. Las obreras de las hormigas amazonas tienen sus mandíbulas adaptadas para la lucha y no para el trabajo.

CICLO BIOLÓGICO

La hormiga negra de los jardines, *Lasius niger*, muestra, en su ciclo vital y en la formación de colonias, las características típicas de las hormigas, y puede servir de ejemplo. Construye el hormiguero en el suelo, proveyéndolo de pequeños cráteres de entrada. Durante el verano se producen hormigas aladas, machos y hembras. Como consecuencia de algún factor climático, que por lo general afecta a colonias situadas en una amplia área, todas las hormigas aladas salen al exterior casi al mismo tiempo. Este fenómeno es llamado "vuelo nupcial" y durante él tiene lugar el apareamiento y la fecundación. Después, los machos suelen morir, pero las hembras fecundadas (las reinas), dan comienzo a sus deberes de fundadoras de hormigueros. Primeramente, se desprenden de sus alas y después se ponen a buscar o a cavar pequeños agujeros, donde permanecen inactivas varios meses. Durante este tiempo se desarrollan los huevos, nutridos por sustancias procedentes de los ya inútiles músculos de las alas.
Cuando han salido, las larvas de los primeros huevos se nutren de la saliva que su madre les proporciona; al desarrollarse dan obreras sin alas, que inmediatamente empiezan a ocuparse de la construcción del hormiguero. La reina entonces se consagra exclusivamente a la puesta de huevos, siendo alimentada por las obreras durante el resto de su vida, que puede llegar a 15 años, o más.
Las obreras forman el grueso de la colonia, ocupándose de la recolección de comida y de alimentar a las larvas. Los huevos, las larvas y las pupas están en cámaras separadas, y se les cuida con gran esmero. No sólo son alimentadas, sino "limpiadas" y "lavadas" también por las obreras. Éstas consumen con avidez gotas de saliva que segregan las larvas.
No siempre las reinas fecundadas fundan una nueva colonia, pues a veces vuelven al nido de origen, o se instalan en otra colonia ya establecida, con lo que allí habrá, entonces, varias reinas. Este es el caso normal de la *Fornica rufa*.
En las colonias existen muchos otros animales. Algunos son bien acogidos y protegidos por las hormigas, a causa de los líquidos azucarados que segregan. En esta categoría se encuentran varias larvas de coleópteros. Las orugas de la gran mariposa azul (*Lycaena*), son buscadas, de hecho, por las hormigas, y conducidas al hormiguero, donde se desarrollan por completo, atendidas por éstas. Hay también muchísimos insectos "basureros" a los cuales, simplemente, se tolera, y existen, igualmente, varios parásitos y animales de presa que atacan a la colonia. Entre ellos, coleópteros, ácaros e icneumónidos. Estos últimos están emparentados con las avispas, y ponen sus huevos dentro del cuerpo de las hormigas jóvenes, que quedan destruidas por las larvas de los icneumónidos, cuando éstas se desarrollan.

FLEMING
y el descubrimiento de la penicilina



Alejandro Fleming añadiendo líquido de cultivo a placas Petri preparadas para el crecimiento del "Penicillium".

El descubrimiento de la penicilina y su desarrollo posterior estarán siempre entre los adelantos más extraordinarios que haya realizado jamás la medicina. Sin embargo, este descubrimiento surgió de un hecho fortuito, ocurrido en un laboratorio de Londres.

En 1928, el profesor Alejandro Fleming estaba trabajando en el hospital St. Mary sobre problemas relacionados con bacterias causantes de enfermedades. Un día, cuando inspeccionaba los cultivos de *estafilococos* que había hecho sobre agar (materia parecida a la gelatina), se dio cuenta de que en una de las placas se había desarrollado un moho verde. Normalmente, la placa contaminada se habría tirado a la basura, pero Fleming la examinó detenidamente e hizo un descubrimiento muy importante. En las proximidades del moho no había colonias de bacterias en desarrollo. Fleming dedujo que el moho (identificado después como *Penicillium notatum*) debía producir una sustancia capaz de matar las bacterias, y que esto podía tener importancia en el campo de la medicina. Después de fotografiar la placa, separó el moho y comenzó a hacer experimentos.

Cuando cultivó el moho en un medio líquido, Fleming encontró que el líquido, después de filtrarle los hongos, resultaba activo contra un número de bacterias, incluyendo las causantes de los forúnculos, la pulmonía y la meningitis; a este líquido crudo le llamó *penicilina*.

Aunque alcanzó éxito en el tratamiento de muchas heridas con este líquido se dio cuenta de que, para su uso en gran escala, sería necesario purificarlo y concentrarlo. Los primeros ensayos para conseguir esto fracasaron, porque el líquido, aunque estable a bajas temperaturas, se alteraba a causa de los tratamientos empleados. En 1932, se abandonó el trabajo.

En 1939, el profesor Howard Florey y un equipo de químicos, dirigidos por el Dr. Ernesto Chain, de la Universidad de Oxford, abordaron de nuevo el problema. Consiguieron, primero, una solución acuosa y, después, un polvo seco amarillento, que eran muchísimo más activos que el líquido del cultivo original de Fleming. Aunque ahora se sabe que el polvo contenía un 99 % de impurezas, con él se obtuvieron resultados experimentales muy alentadores. Los resultados fueron lo suficientemente buenos para justificar la producción comercial. A causa de la segunda guerra mundial, no se disponía de los recursos necesarios en Gran Bretaña; pero tras una visita de Florey a América, se comenzó la producción en gran escala en los Estados Unidos.

La penicilina salvó muchas vidas durante las últimas etapas de la guerra y, desde 1946, su uso se ha generalizado como una valiosa ayuda para combatir enfermedades. Con los años, se han hecho grandes progresos en la producción de penicilina, y hoy se fabrica con elevado grado de pureza. Es activa contra algunas especies de bacterias, a dosis tan bajas como en solución de una parte de ella en 60 millones. Por su trabajo en antibióticos, y en la penicilina en particular, Fleming, Florey y Chain compartieron, en 1945, el Premio Nobel de Medicina.

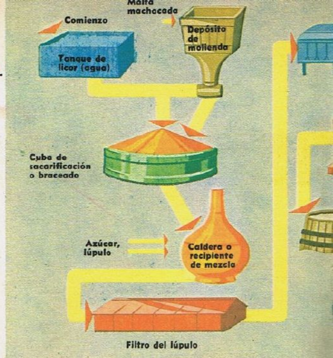


Esta reproducción de la fotografía original tomada por Fleming muestra las colonias moribundas de bacterias, en la zona del moho verde de "Penicillium".





Howard Florey (izquierda) y el Dr. Ernesto Chain (derecha), quienes compartieron el Premio Nobel con Fleming, por sus trabajos sobre la penicilina.



ELABORACIÓN DE LA CERVEZA

Cebada

La cerveza no es una bebida descubierta recientemente. Se sabe con seguridad que los antiguos griegos y romanos ya la elaboraban, y es probable, incluso, que sea anterior a aquel tiempo.

A pesar de que la maquinaria utilizada en una gran fábrica de cerveza es muy complicada, en realidad, el proceso de la obtención del producto es sencillo, y para su fabricación en pequeña escala no se necesita máquinas tan complejas.

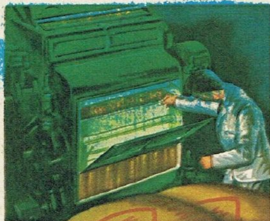
La cerveza se obtiene por la fermentación de los azúcares derivados de la cebada, y para darle sabor y conservarla se utiliza normalmente el lúpulo, aunque es posible fabricarla sin él. Para producir un barril de cerveza se necesitan unos 35 Kg. de cebada, 1/2 kilo de lúpulo, 1/2 de azúcar (para suplementar el contenido por la cebada), y un puñado de levadura para la fermentación.

Los granos de cebada son unas pequeñas semillas que, durante su período de maduración, almacenan cierta cantidad de hidratos de carbono insolubles (almidones) y de proteínas, protegidos por una envoltura de celulosa. Cuando se siembran las semillas, la planta que germina utiliza, para su desarrollo, el almidón y las proteínas almacenadas. Sin embargo, no puede utilizarlas en su forma insoluble, sino que primero debe trasformar los almidones para convertirlos en azúcares solubles. Antes de comenzar a germinar, las semillas absorben agua y se hinchan, y unas sustancias químicas llamadas *enzimas* se encargan de realizar dicha conversión en azúcares.

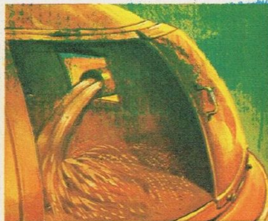
El almidón no puede fermentar; los azúcares, sí. Por lo tanto, antes de que la cebada fermente, sus hidratos de carbono deben convertirse en azúcares.

La cebada se convierte en *malta*. Esto se realiza en los *malteadores*, situados cerca de los mismos campos de cebada. El proceso consiste en dejar que germine la cebada y detener la germinación antes de que el brote haya podido utilizar demasiada cantidad del azúcar formado. Para todo lo cual, primero, los duros granos de cebada se colocan en montones, se remojan con agua, y se permite su germinación. Luego, cuando empiezan a salir pequeñas raicillas, se extiende la cebada sobre el suelo del malteador, y se facilita la germinación mediante agua y calor. Pasados algunos días, se dificulta la velocidad de crecimiento, extendiendo el grano en capas más finas sobre el mismo suelo. Cuando las raicillas han alcanzado una longitud de unos 2 cm. se detiene por completo su crecimiento, secando y tostando los granos germinados en un horno.

Esto se realiza extendiendo el grano sobre el suelo perforado del horno, y tostándolo por medio del aire caliente que sube a través de dicho suelo y que proviene de un fuego de antracita, que no despide humo, encendido debajo. La malta para la cerveza clara sólo se tuesta ligeramente. Para obte-



Molino para romper los granos de malta.



La molienda penetra en la cuba de sacarificación.

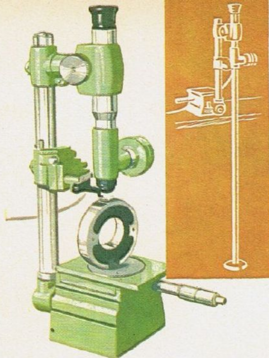
no pueden fermentar, pero dan sabor a la cerveza.
El mosto se pasa a un recipiente de mezcla calentado con vapor, donde es hervido. En esta etapa se añade azúcar adicional, en forma de jarabe, y también el lúpulo. (Éste es la flor seca de la planta hembra de lúpulo.) La ebullición esteriliza el mosto y destruye las enzimas, evitando cualquier acción posterior. Durante las 2 horas de ebullición se extraen las resinas amargas del lúpulo. Las proteínas que quedan se coagulan. El mosto hervido se filtra para eliminar el lúpulo y las proteínas coaguladas, y se enfría pasándolo por un refrigerador, en su marcha hacia el recipiente de fermentación.
En ciertos países, antes de fermentarlo, se mide el mosto, a efectos del pago de impuestos. Se mide el volumen y su peso específico (densidad relativa). Cuanto más pese el líquido, mayor es su contenido de azúcar. El mosto de un peso específico elevado producirá una cerveza de gran contenido alcohólico. (La estimación para el pago de impuestos no fue siempre realizada de un modo

ner cervezas más oscuras y de mayor sabor el grano se tuesta a temperaturas más elevadas. Para otros tipos especiales de cerveza, se puede utilizar fuegos de leña u hornos de gas. El color y el sabor de la cerveza dependen mucho del modo de obtención de la malta. Aunque por el aspecto externo no es posible diferenciar el grano de cebada no tostado del malteado, es fácil distinguirlos masticándolos. La cebada es dura y correosa, porque está constituida por sustancias insolubles, y la malta es dulce y crujiente por su contenido de azúcar.
Las raicillas secas que quedan con la malta resultan un estorbo para el fabricante de cerveza pero tienen aplicaciones por la gran cantidad de nitrógeno que contienen. Se separan tamizando la malta, y se utilizan para fabricar alimentos destinados a las aves de corral y al ganado. La malta, ya a punto para ser usada, se almacena; el fabricante escoge diferentes tipos de ella y los mezcla para producir la cerveza que tenga el sabor y el color deseados.
Antes de que pueda fermentar, el azúcar contenido en los granos de malta ha de estar disuelto. Para que el azúcar se disuelva, es preciso romper la envoltura de celulosa del grano de malta. La malta se tritura toscamente con rodillos de acero en el molino, de manera que los granos se rompan, pero sin quedar convertida en harina. La malta machacada se conoce con el nombre de *molienda* o *triturado*.
En una vasija con tapa de cobre pulido, o *cuba de sacarificación* o *braceado*, se añade agua caliente sobre la molienda, proceso para obtener los azúcares en disolución.
Luego de la primera infusión con agua, se añade una mayor cantidad de agua caliente, para obtener infusiones menos concentradas y extraer el resto del azúcar. Incidentalmente, la palabra "agua" no es mencionada jamás por los fabricantes de cerveza: siempre que se refieren a ella utilizan la palabra "licor".
La cuba tiene un fondo lleno de aberturas, para que puedan pasar los líquidos, pero no los compuestos sólidos. Al contacto con el agua, las enzimas, que se mostraron activas durante la germinación, vuelven a actuar, de manera que los almidones que quedan en la cuba se trasformen y pasen también a la disolución.
El extracto azucarado de la malta se llama *mosto de cerveza*. Aparte de los azúcares, este mosto contiene algunas sustancias intermedias entre el almidón y el azúcar. La proporción de éstas depende de la temperatura del licor que se utilizó en la cuba de sacarificación. Dichas sustancias intermedias

Se añade lúpulo a la caldera; aquí el mosto se hierve con lúpulo y azúcar.

Tanque de fermentación. La levadura transforma el azúcar del mosto en alcohol.

tan científico como hoy. En Inglaterra, a principios del siglo XVII, el "medidor" probaba la cerveza y luego, vestido con unos pantalones de cuero, se sentaba en un charco de ella por espacio de 30 minutos: si se quedaba pegado al asiento, la cerveza pagaba un impuesto de 2 chelines por barril; si no era así, sólo la cuarta parte, 6 peniques.)
La *fermentación* tiene lugar en cubas de madera. Al mosto se le añade levadura de fermentaciones anteriores. La levadura es un organismo diminuto que obtiene la energía necesaria para su desarrollo de la conversión de los azúcares en alcohol y gas carbónico. En la mayoría de las fábricas, el gas carbónico no es aprovechado, pero en algunas se lo envasa para ser aprovechado en la producción de bebidas gaseosas. La reacción desprende calor, y por ello las cubas de fermentación han de ser enfriadas constantemente. La levadura se multiplica rápidamente y, en 3 días, forma una espuma de un metro de altura. La mejor levadura se recoge en el punto máximo de la fermentación, y luego se utiliza en otra posterior. La restante se vende para obtener extractos de levadura y para la alimentación de ganado.
Hay que dejar reposar la cerveza durante varios días, para que se clarifique, antes de almacenarla en grandes tanques. A veces, se le añade un poco de azúcar para darle "cabeza". También se puede añadir, en esta etapa, más lúpulo. Antes de embotellarla, la cerveza se clarifica todavía más (a veces, filtrándola).



INSPECCIÓN DE SUPERFICIES

Microscopio metalográfico utilizado para examinar una superficie cilíndrica (izquierda), y (derecha) para comprobar que los extremos de una barra metálica larga están planos.

En óptica, la palabra "franja" se refiere siempre a *franjas de interferencia*, nombre dado a las figuras de luz y sombra que se producen cuando las ondas que forman un rayo de luz se *interfieren* con las ondas de otro rayo.

Las ondas son sucesiones de crestas y valles. Cuando la cresta de un rayo coincide con la cresta de otro, la fuerza del rayo en ese punto aumenta. En cambio, si la cresta de un rayo coincide con el valle de otro, los rayos se anulan mutuamente. Cuando coinciden ambas crestas en una pantalla, se produce un punto luminoso más brillante. Cuando la cresta coincide con el valle aparece una sombra.

En muchas industrias, se necesita examinar las superficies de los materiales para ver si tienen algún defecto. Por ejemplo, las superficies de los cojinetes a bolilla y de los aros o segmentos de pistones deben ser tan lisos como sea posible, y los filos de las herramientas de corte han de ser perfectamente agudos y rectos. Las franjas de interferencia son la base de los métodos para la inspección exacta de superficies. El *microscopio de acabado de superficies* es un instrumento en el que se producen franjas de interferencia, y que se utiliza para inspeccionar superficies; permite detectar y medir irregularidades de magnitud inferior a una millonésima de centímetro.

Para producir franjas de interferencia visibles, lo primero que se necesita es una fuente luminosa única y un medio de separar la luz en dos o más partes.

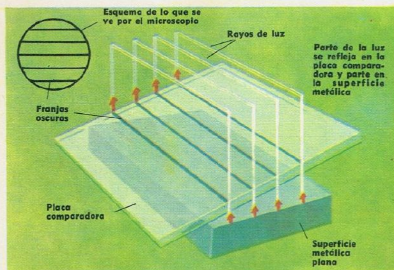
En el microscopio de superficies, la única fuente de luz es una lámpara de vapor de mercurio. La luz pasa a través de un filtro de color, que elimina todas las longitudes de onda que emite la lámpara, excepto una. La luz, que ahora es monocromática (es decir, de un solo color o longitud de onda), podría chocar contra la superficie que se quiere inspeccionar. Pero, sobre la superficie lisa del metal va sujeta una placa pequeña de vidrio especialmente recubierta, llamada *placa comparadora*.

Aproximadamente la mitad de la luz de la fuente alcanza la superficie del metal; la otra mitad se refleja en la superficie inferior de la placa comparadora. La luz reflejada en esta superficie y la reflejada por la superficie en observación forman los dos rayos que han de dar las franjas de interferencia.

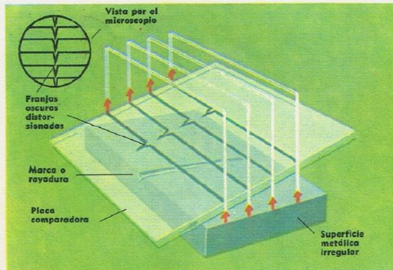
Debido al camino adicional que han de recorrer desde la placa comparadora hasta el metal, y regreso, las ondas de un rayo ya no estarán en fase con las ondas del otro, y sus respectivas crestas no coincidirán necesariamente.

Si las ondas están desfasadas en media longitud de onda, al combinarse otra vez en la placa comparadora, las crestas coinciden con los valles, y el resultado es una mancha oscura.

La fracción de longitud de onda en que los rayos están desfasados depende de la distancia adicional que han recorrido entre las dos superficies. Todos los rayos que hayan recorrido la misma distancia adicional estarán desfasados en la misma proporción. Esto quiere decir que todos los rayos que están desfasados media longitud de onda formarán una línea o franja oscura. Si las dos superficies son absolutamente planas y forman un pequeño ángulo, la franja será una línea recta oscura.



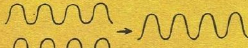
Parte de la luz de la lámpara de mercurio se refleja en la placa comparadora, y parte en la superficie del metal que se examina. Ambas partes se interfieren cuando se combinan otra vez en la placa comparadora. El esquema de la izquierda muestra las figuras de interferencia producidas por dos superficies completamente planas.



Una irregularidad de la superficie distorsiona las franjas de interferencia. Cada franja une puntos situados a la misma distancia entre las superficies. En cada punto de la franja oscura, la distancia adicional recorrida por una onda hace que ésta se desfase en media longitud de onda con respecto a la otra.

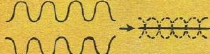
Lo mismo ocurre si las ondas están desfasadas en 1 ½, 2 ½ longitudes de onda, y así sucesivamente. Todas las franjas son paralelas entre sí.
Las franjas brillantes que existen entre las oscuras señalan el lugar donde los dos rayos se suman. La primera franja luminosa aparece cuando ambos rayos están desfasados en una longitud de onda. Esta franja se encuentra entre las oscuras, que corresponden a los rayos desfasados en ½ y 1 ½ longitudes de onda; franjas brillantes iguales se forman cuando las ondas están desfasadas en números enteros de longitudes de onda.
Si consideramos el problema desde el punto de vista geométrico, veremos que las franjas son paralelas a la línea en la que se encuentran los planos de las dos placas (es decir, el plano de la placa comparadora y el plano de la superficie).
En general, las franjas están muy próximas y es preciso mirarlas con el microscopio.
Una franja se asemeja a una curva de nivel en un mapa. Es una línea que une todos los puntos cuya distancia entre la superficie del metal en observación y la placa comparadora es la misma. Así, pues, ante cualquier pequeña irregularidad de la superficie del metal, las líneas de nivel se distorsionan. La proporción de distorsión se puede medir y determinarse así la magnitud de la irregularidad.
Diversas variaciones de este método permiten examinar toda clase de superficies: curvas, cilíndricas o esféricas.

INTERFERENCIA CONSTRUCTIVA



Si dos ondas se encuentran estando en fase se refuerzan mutuamente o interfieren constructivamente.

INTERFERENCIA DESTRUCTIVA



Las dos ondas están desfasadas en media longitud de onda. Se anulan; las ondas se interfieren destructivamente.

Ocular del microscopio

ESQUEMA DEL SISTEMA ÓPTICO DEL MICROSCOPIO

Ocular

Trayectoria de la luz por el interior del microscopio

Filtro verde

Placa semirreflectora

Sistema de lentes

Lámpara de vapor de mercurio

Objetivo

Placa comparadora

Superficie en observación o inspección

Lámpara de vapor de mercurio

Objetivo del microscopio

Placa comparadora muy pequeña

Superficie en observación o inspección

El operador mira por el ocular del microscopio y lo ajusta hasta que llega a ver las franjas de interferencia. El microscopio está entonces enfocado sobre la superficie de la placa comparadora (donde los rayos reflejados se encuentran e interfieren). La distancia entre las franjas se mide; esto permite al operador determinar la magnitud de cualquier defecto.

Tornillos que mueven horizontalmente la base (y la superficie en observación o inspección)

EL CICLOTRÓN

Los núcleos de los átomos tienen neutrones y protones fuertemente unidos. Cada uno de los protones lleva una carga positiva y, a causa de estas cargas, se establece un fuerte campo eléctrico en derredor del núcleo de un átomo.

Se ha logrado obtener mucha información acerca de los núcleos bombardeados con partículas atómicas cargadas, tales como protones (núcleos de hidrógeno cargados positivamente). Para que una de estas partículas alcance el núcleo tiene que superar las enormes fuerzas de repulsión de éste (debido a que cargas del mismo signo se repelen). Por esta razón, las partículas han de acelerarse a velocidades muy altas, y esto se hace utilizando *aceleradores de partículas* de gran energía.

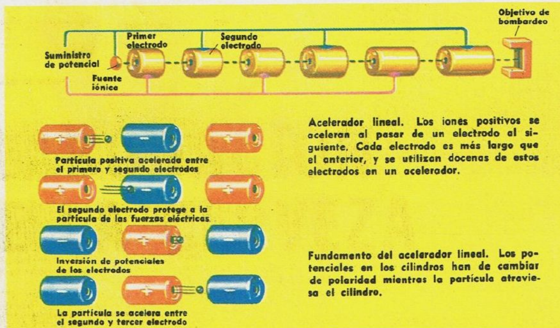
En 1932, los científicos británicos J. D. Cockcroft y E. T. S. Walton consiguieron acelerar protones a velocidades muy grandes y lograron, por bombardeo, la desintegración de núcleos de litio. Para esto aceleraron los protones en un tubo, al cual aplicaron un potencial continuo de varios cientos de miles de voltios.

La máquina de este tipo que se desarrolló a continuación fue el *acelerador lineal*. En ella, las partículas se aceleraron a través de las partes centrales de una serie de electrodos huecos, dispuestos en línea recta y utilizando un voltaje alterno muy alto. Los electrodos pares estaban conectados entre sí y lo mismo ocurría con los impares. Una de estas series de electrodos se conectaba al terminal de salida de un oscilador electrónico, y la otra al otro terminal del oscilador. Alternando la frecuencia de salida del oscilador, se conseguía que un ion positivo estuviere en un campo acelerador mientras se mantenía entre dos electrodos, pero cuando el campo era contrario el ion estaba en el interior de uno de los electrodos, y, por lo tanto, protegido del campo. Por ello, el ion aumentaba su velocidad en un número sucesivo de etapas cuando pasaba de un electrodo al siguiente.

En el acelerador lineal se podían obtener grandes velocidades con voltajes relativamente pequeños, pero estas máquinas tenían el inconveniente de que necesitaban ser de grandes dimensiones para conseguir velocidades altas. Esta dificultad de la longitud fue superada, hacia 1930, por el físico estadounidense E. O. Lawrence, que inventó el *ciclotrón*.

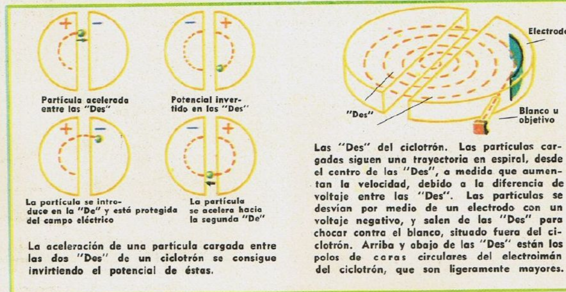
Si una partícula cargada se acelera en un campo eléctrico y se establece, al mismo tiempo, un campo magnético perpendicular al eléctrico, la partícula describe una trayectoria circular. Más aún, el tiempo que tarda la partícula en describir un círculo completo es siempre el mismo para una determinada fuerza de los campos eléctrico y magnético.

En el ciclotrón hay dos electrodos metálicos semicirculares, huecos (normalmente, de cobre), que, por lo general se llaman *Des* porque su forma es parecida a la de la letra D. Las "Des" se colocan entre los polos de un gran electroimán, que tienen unos 150 cm. de diámetro, de manera que se establece un fuerte campo magnético perpendicular a las caras planas de las "Des".



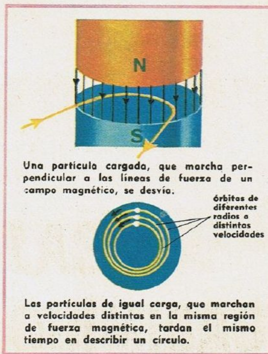
Acelerador lineal. Los iones positivos se aceleran al pasar de un electrodo al siguiente. Cada electrodo es más largo que el anterior, y se utilizan docenas de estos electrodos en un acelerador.

Fundamento del acelerador lineal. Los potenciales en los cilindros han de cambiar de polaridad mientras la partícula atraviesa el cilindro.



La aceleración de una partícula cargada entre las dos "Des" de un ciclotrón se consigue invirtiendo el potencial de éstas.

Las "Des" del ciclotrón. Las partículas cargadas siguen una trayectoria en espiral, desde el centro de las "Des", a medida que aumentan la velocidad, debido a la diferencia de voltaje entre las "Des". Las partículas se desvían por medio de un electrodo con un voltaje negativo, y salen de las "Des" para chocar contra el blanco, situado fuera del ciclotrón. Arriba y abajo de las "Des" están los polos de caras circulares del electroimán del ciclotrón, que son ligeramente mayores.

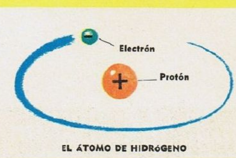


Una partícula cargada, que marcha perpendicular a las líneas de fuerza de un campo magnético, se desvía.

Las partículas de igual carga, que marchan a velocidades distintas en la misma región de fuerza magnética, tardan el mismo tiempo en describir un círculo.

Un "átomo" tiene un núcleo central que contiene protones cargados positivamente y neutrones sin carga. En órbitas alrededor del núcleo marchan tantos electrones cargados negativamente como protones hay en el núcleo, de manera que la carga total del átomo es nula.

Un "ion" es un átomo con carga eléctrica; así, un ion positivo es un átomo que ha perdido uno o más electrones. El átomo de hidrógeno es un protón rodeado por un electrón. Un ion de hidrógeno es un "protón".



EL ÁTOMO DE HIDRÓGENO

Entre las dos "Des" metálicas se aplica un voltaje de unos pocos miles de voltios, que alterna varios millones de veces por segundo. En cualquier momento, una de ellas es positiva y la otra negativa, pero inmediatamente se invierte la polaridad.

Si, en un momento dado, hay algunos iones cargados positivamente en la parte central entre las "Des", éstos acelerarán hacia la "De" negativa y, alejándose de la positiva, entrarán en el hueco de aquélla.

El campo magnético desvía los iones, haciéndoles describir un semicírculo, hasta que vuelven al espacio de unos centímetros existente entre las dos "Des", marchando hacia la "De" opuesta. El potencial alterno que se suministra ha hecho ahora negativa la segunda "De", y positiva la primera, por lo cual los iones se aceleran hacia la segunda "De", en cuyo hueco entran describiendo una trayectoria semicircular. Los iones, en esta segunda "De", ya tienen una velocidad mayor que en la primera y, por lo tanto, el semicírculo que describen es de radio ligeramente mayor. Salen nuevamente del electrodo para encontrar un potencial negativo en la "De" opuesta, y otra vez sufren una aceleración. Este proceso se repite, con lo cual los iones viajan a velocidades cada vez mayores, hasta que llegan a la pared de las "Des". En este momento, se desvía su trayectoria por medio de un pequeño electrodo independiente, cargado negativamente y se lanzan a lo largo de un tubo recto unido a la "De", para ir a bombardear el material-objetivo.

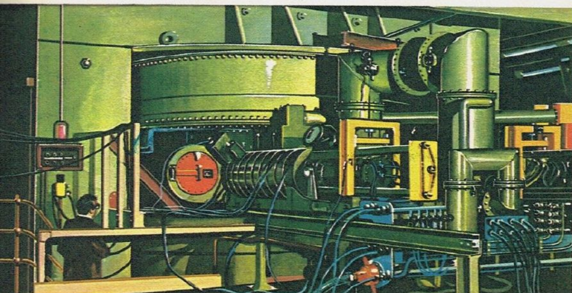
El voltaje alterno de las "Des" cambia a una frecuencia constante, como en el acelerador lineal. Todos los iones, cualquiera que sea su velocidad, tardan el mismo tiempo en recorrer la trayectoria semicircular en la "De", porque los iones más rápidos recorren un camino más largo que los más lentos.

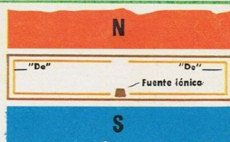
Las "Des" se montan en el interior de una cámara blindada, que, a su vez, está montada entre los polos del electroimán. Esta cámara y el tubo por el cual los iones acelerados abandonan el ciclotrón se mantienen a vacío por medio de bombas. Los polos del electroimán tienen un diámetro entre 75 y 150 cm.

Con frecuencia, se utiliza una descarga de gas a baja presión para obtener la fuente de iones. Los átomos del gas pierden electrones para convertirse en iones cargados positivamente. Si son protones los que se tienen que acelerar, el gas de la *fuente iónica* es el hidrógeno. Para obtener deuterones se ioniza hidrógeno pesado (o deuterio), y para producir *partículas alfa,* helio; todas estas partículas se pueden acelerar en el ciclotrón.

La fuente iónica está frecuentemente en un compartimento separado, con un orificio situado inmediatamente debajo de las "Des", y en el centro. Los iones salen al espacio entre las "Des", debido a la diferencia de presión entre el gas en el tubo de descarga y el espacio entre ellas (que está a una presión todavía más baja). En un ciclotrón con unos polos de 150 cm. de diámetro los protones salen de él a una velocidad de más de 30.000 kilómetros por segundo.

El ciclotrón se usa para cambiar el número de partículas en el núcleo de los átomos que constituyen el material objetivo del bombardeo. Este bombardeo de iones produce la ruptura (o *desintegración*) del núcleo en dos núcleos más pequeños (que, por lo tanto, producen dos nuevos átomos), o puede añadir una partícula al núcleo para formar un nuevo átomo. Este tipo de experimentos suministra conocimientos acerca de las propiedades del núcleo atómico, que son de gran utilidad para el científico. El segundo caso (añadir partículas al núcleo) se utiliza para producir átomos de nuevos elementos que no se encuentran en la naturaleza.

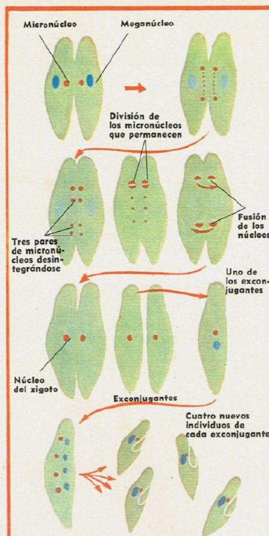




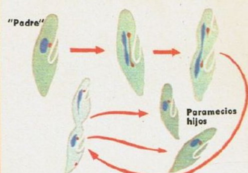
Sección trasversal de un ciclotrón. Un ion sale de la fuente iónica y describe en las "Des" una sucesión de trayectorias circulares de radio creciente.

Un ciclotrón moderno; vista del lado de la máquina por la cual se le suministra el potencial alternante.

LA REPRODUCCIÓN DE LOS ANIMALES



El "Paramecio" tiene dos núcleos, uno grande (meganúcleo) y uno pequeño (micronúcleo). Cuando dos paramecios se juntan (cada uno de ellos se llama "conjugante"), sus meganúcleos se desintegran y cada micronúcleo se divide dos veces, formando cuatro micronúcleos. Tres de ellos se desintegran, mientras que el cuarto se divide en dos. Cada núcleo del par así producido se mueve de un conjugante al otro, fusionándose con cada miembro del par, para formar lo que se llama el núcleo "zigótico". A continuación, los conjugantes se separan y, por una serie de divisiones del núcleo y del protoplasma, se producen nuevos individuos, a partir de cada uno de los conjugantes. El número varía con las especies de paramecio. En el "Paramecium caudatum", de cada par de conjugantes se producen ocho nuevos individuos.

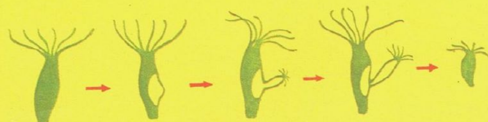


El "Paramecio" se reproduce también por fisión binaria; tanto el meganúcleo como el micronúcleo se dividen en dos, a lo que sigue la división del citoplasma.

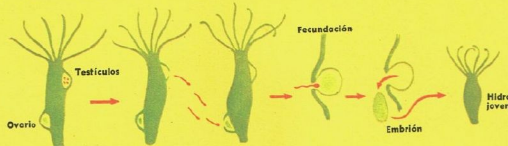
La rana hembra pone sus huevos en el agua y éstos serán *fecundados* por el esperma de la rana macho. Cada huevo fecundado, o *zigoto*, da lugar a un renacuajo. Un animal joven sale del huevo, se hace adulto, envejece y muere. Una vez llegado a la madurez, el animal es capaz de reproducirse y dar lugar a nuevos animales que, a su vez, se reproducirán también. Si no existiese la reproducción, la especie no podría sobrevivir. Por tanto, la reproducción es esencial para la existencia continuada de una especie.

El proceso del envejecimiento es un fenómeno complejo. Muchos individuos son víctimas de animales de presa, pero la "muerte natural" parece que acecha a los sistemas vivos que no se reorganizan de vez en cuando. La *ameba*, por ejemplo, se reproduce, fundamentalmente, por medio de un proceso de división o *fisión binaria*, dando lugar a dos amebas. Ninguna ameba puede crecer y vivir indefinidamente sin dividirse. Los cambios que ocurren antes y durante la división del núcleo y del protoplasma parecen esenciales para la existencia continuada de una estirpe de individuos, y, en última instancia, para la existencia de la especie.

Quizá el núcleo de la ameba sólo es capaz de regir una parte del protoplasma. En cuanto éste alcanza un tamaño determi-



La "hidra" de agua dulce se reproduce tanto por mecanismos sexuales como asexuales. El proceso asexual es la formación de "yemas" (gemación), que tiene lugar, sobre todo, en verano, cuando el alimento es abundante. La pared del cuerpo se abulta rápidamente en un punto, y constituye una prominencia hueca. Ésta va tomando, poco a poco, la forma de un adulto en miniatura, al que le crecen tentáculos, en el centro de los cuales aparece una boca. Eventualmente, la cavidad común a la yema y a la madre se tabica, y la yema queda separada, pudiendo empezar una vida aparte.



Tanto los órganos masculinos (testículos) como los femeninos (ovarios), se desarrollan en el mismo individuo. Se dice, por tanto, que la hidra es un animal "hermafrodita". Generalmente, los testículos maduran primero, así que las células masculinas fecundan el óvulo de otra hidra. Las células masculinas o esperma quedan libres en el agua, y nadan hasta alcanzar el óvulo en el ovario. La fusión se verifica, y el óvulo fecundado, o zigoto, se divide varias veces para formar el "embrión". Éste queda en libertad y cae al fondo.
En condiciones favorables, la cubierta que rodea al embrión se rompe y la joven hidra emerge.



La "ameba" crece hasta alcanzar un tamaño determinado y entonces su núcleo se divide en dos. A continuación, el citoplasma se divide también en dos partes, que, como los núcleos, se separan.

nado la duplicación del material nuclear y, por consiguiente, la separación del protoplasma "paterno", capacita a cada núcleo "hijo" para formar más protoplasma.

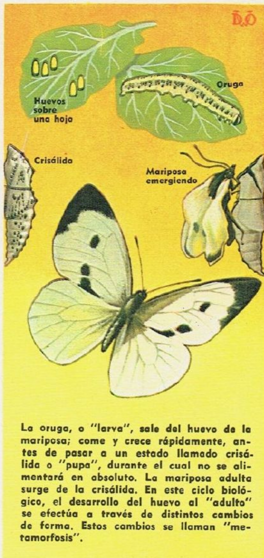
El crecimiento de la mayoría de los animales pluricelulares tiene lugar, principalmente, mediante la división celular, como en la ameba. La reproducción, sin embargo, ocurre, en la mayor parte de ellos, por medio de la unión de *células germinales* o *gametos*. Lo único capaz de supervivencia en el individuo son sus óvulos o sus espermatozoides, que se fusionan para producir nuevos seres. El resto del cuerpo del animal envejece y muere.

La reproducción por medio de células germinales se llama *reproducción sexual*. Es característica de los animales superiores. En algunos invertebrados, por ejemplo, en los celentéreos, tiene lugar tanto ésta como la *reproducción asexual* (sin gametos). En los animales pluricelulares inferiores, como la hidra verde (*Hydra*), el protoplasma de muchas de las células del cuerpo parece conservar la capacidad de crecer y de reorganizarse. Eventualmente, forman un adulto nuevo. En los animales superiores, sólo las células germinales poseen esta facultad; las células normales del cuerpo no pueden producir nuevos seres.

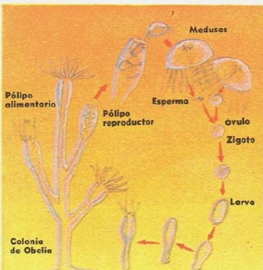
La reproducción sexual tiene lugar en muchos protozoos. Dos individuos pueden aparearse (*conjugarse*) e intercambiar material nuclear. Alternativamente, porciones de un individuo, formadas por la separación de yemas o por la división del núcleo y del protoplasma de un adulto, pueden efectuar esta conjugación. Normalmente, las mitades masculina y femenina de cada pareja proceden de padres diferentes.

En algunos insectos, especialmente en el pulgón y en los nematodos, se pueden producir una o varias generaciones a partir de óvulos que no han sido fecundados. Este fenómeno se llama *partenogénesis*.

A veces, un animal que se encuentra todavía en un estado juvenil, se vuelve sexualmente maduro y se reproduce. Esto ocurre, por ejemplo, en la salamandra mexicana o ajolote (*Ambystoma.*)



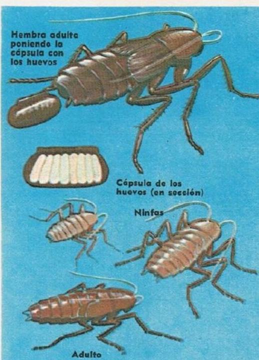
La oruga, o "larva", sale del huevo de la mariposa; come y crece rápidamente, antes de pasar a un estado llamado crisálida o "pupa", durante el cual no se alimentará en absoluto. La mariposa adulta surge de la crisálida. En este ciclo biológico, el desarrollo del huevo al "adulto" se efectúa a través de distintos cambios de forma. Estos cambios se llaman "metamorfosis".



En muchos celentéreos (por ejemplo, "Obelia"), la formación de yemas, dado que éstas no se separan, produce una colonia. Los individuos (pólipos) son de dos clases (reproductores y alimentarios). Los primeros producen yemas, que dan posteriormente "medusas". Éstas nadan libremente después de haberse separado de los pólipos. Cada medusa produce células germinales masculinas o femeninas, que quedan libres en el agua, donde tiene lugar la fecundación. Los huevos fecundados dan lugar a una larva ciliada, llamada "plánula". Esta larva permanece en el fondo, desarrollándose una boca.



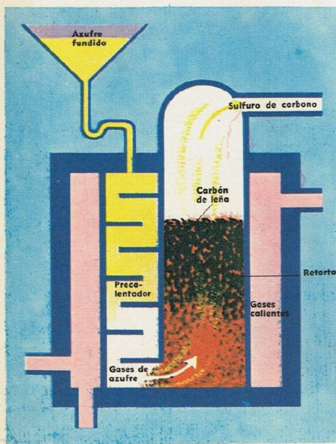
La lombriz de tierra es hermafrodita, pero para generar descendientes han de copular dos lombrices. Cada una de ellas pone una serie de huevos que son fecundados por la otra. La cópula es un proceso complicado, que tiene por objeto el paso de células masculinas de una lombriz a la otra, sin que tenga lugar la autofecundación. Cuando se han intercambiado las células masculinas las lombrices se separan. La marcada banda de color rosa que tienen las lombrices, llamada "clitelo", produce, a intervalos, un cierto número de capullos pegajosos, a cuyo interior pasan los huevos. Al deslizarse los capullos hacia adelante, en dirección de la cabeza de la lombriz, las células masculinas penetran en ellos, fecundándolos. Los capullos caen al suelo. En la "Lumbricus" (lombriz de tierra común de Europa central) sólo se desarrolla un huevo por capullo.



En algunos insectos, el desarrollo es más gradual que en las mariposas. Por ejemplo, la cucaracha, cuando sale del huevo, se parece a un adulto en miniatura, excepto que no tiene alas ni órganos reproductores. A medida que aumenta de tamaño madura, hasta convertirse en adulto.

EL CALOR DE LAS REACCIONES QUÍMICAS

Como resultado de la combustión de hidrógeno en un soplete oxhídrico, se genera mucho calor, suficiente, por ejemplo, para fundir el acero y permitir su soldadura. El calor se desprende en la reacción química mediante la combinación del hidrógeno con el oxígeno, para dar agua, o, en términos más precisos, vapor. Se sabe que existe un gran número de reacciones químicas en las cuales se liberan grandes cantidades de calor; sin embargo, no es tan conocido el hecho de que siempre que se forma una nueva sustancia, como resultado de un cambio químico, se libera o se obsorbe una cierta cantidad de calor.



El sulfuro de carbono se obtiene pasando vapor de azufre sobre carbón al rojo. La reacción es "endotérmica", y el calor absorbido durante la reacción química ha de ser repuesto. Esto se efectúa calentando el horno con gases calientes.

REACCIONES ENDOTÉRMICAS Y EXOTÉRMICAS

Las reacciones como la citada, en la que se produce vapor de agua por la combustión de hidrógeno en oxígeno, se llaman *exotérmicas,* porque se *desprende* calor cuando se combinan los dos elementos.

Cuando se forma sulfuro de carbono pasando vapor de azufre sobre carbón al rojo (carbono) se absorbe calor. Este tipo de reacciones, en las que se ha de suministrar calor a los reactivos, se llaman *endotérmicas.*

CALOR DE FORMACIÓN

En las dos reacciones descritas se forman compuestos a partir de los elementos que los constituyen. A la variación de calor que acompaña a este tipo de reacciones químicas se le llama *calor de formación* del compuesto. Éste se define como la cantidad de calor que se libera o se absorbe cuando se forma una molécula gramo del compuesto, a partir de sus elementos. Los calores que, en general, van asociados a las reacciones químicas se llaman *calores de reacción,* y se miden, normalmente, en *kilocalorías* (término que, por lo regular, se escribe de modo abreviado, o bien Cals, con C mayúscula, o bien Kcals, con K mayúscula). Si la reacción es exotérmica se indica poniendo un signo "más" (+) delante del valor numérico del calor de reacción, mientras que, si se trata de una reacción endotérmica, se pone un signo "menos" (—).

No hay muchos compuestos capaces de ser formados directamente a partir de sus elementos; pero, a pesar de ello, es posible determinar el valor teórico de



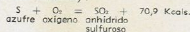
Cuando se añade ácido sulfúrico concentrado al agua, se libera calor; aquél tiene, pues, un calor de solución positivo. El bicromato potásico tiene un calor negativo de solución; por eso, el agua se enfría a medida que se disuelven los cristales.



Cuando el hidrógeno y el oxígeno se combinan en la llama de un soplete oxhídrico, se libera mucho calor. Ésta es una reacción "exotérmica".

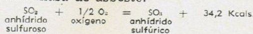
los calores de formación de todos aquellos compuestos que se pueden obtener directamente de ese modo. Para esto, los científicos se sirven de una ley descubierta en 1840 por el químico suizo Germain Henri Hess, quien halló que la cantidad total de calor absorbido o desprendido en la obtención de un compuesto es constante, independientemente del número de etapas que se emplea en dicha obtención.

Por ejemplo, el anhídrido sulfúrico se puede obtener en dos etapas a partir de sus elementos, azufre y oxígeno. En la primera, se quema azufre en oxígeno y se obtiene anhídrido sulfuroso (o bióxido de azufre):



$$\underset{\text{azufre}}{S} + \underset{\text{oxígeno}}{O_2} = \underset{\text{anhídrido sulfuroso}}{SO_2} + 70{,}9 \text{ Kcals.}$$

En la segunda reacción, el anhídrido sulfuroso se oxida pasando a anhídrido sulfúrico, en presencia de un *catalizador,* tal como platino depositado en una masa de asbesto.

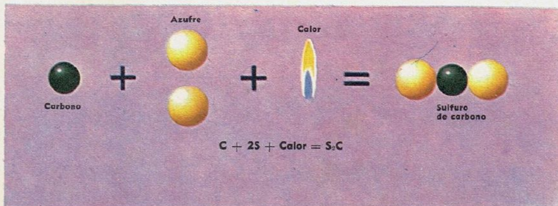


$$\underset{\text{anhídrido sulfuroso}}{SO_2} + \underset{\text{oxígeno}}{1/2\, O_2} = \underset{\text{anhídrido sulfúrico}}{SO_3} + 34{,}2 \text{ Kcals.}$$

(En ecuaciones como ésta, en las que se indica el calor desprendido en la formación de una molécula gramo de un compuesto, se permite expresar *fracciones* de una molécula del reactivo.) Sumando estas dos ecuaciones, se obtiene una tercera para la preparación teórica del anhídrido sulfúrico a partir de sus elementos.

$$\underset{\text{azufre}}{S} + \underset{\text{oxígeno}}{3/2\, O_2} = \underset{\text{anhídrido sulfúrico}}{SO_3} + 105{,}1 \text{ Kcals.}$$

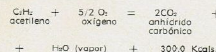
El conocimiento del calor generado o absorbido por varias reacciones químicas es de importancia vital para el ingeniero químico, cuando ha de planear una instalación. Para que tenga lugar una determinada reacción, hay que mantener constante la temperatura durante el tiempo necesario. Para conseguir esto, se debe eliminar de la vasija de reacción el exceso de calor suministrado por una reacción exotérmica, mientras que el calor necesario para mantener una reacción endotérmica ha de ser suministrado constantemente desde el exterior.



CALOR DE FORMACIÓN DEL ACETILENO

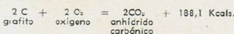
Aplicando la ley de Hess, se puede encontrar un valor teórico del calor de formación de una sustancia inflamable como el acetileno. En este ejemplo, se mide el "calor de combustión" del compuesto, y se compara con el calor liberado cuando se forman las mismas cantidades de los productos de combustión a partir de sus elementos.

Cuando se quema completamente una molécula gramo de acetileno se producen anhídrido carbónico y vapor de agua, y se desprenden 300,0 Kcals. La reacción se puede escribir así:

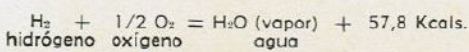


$$\underset{\text{acetileno}}{C_2H_2} + \underset{\text{oxígeno}}{5/2\, O_2} = \underset{\text{anhídrido carbónico}}{2CO_2} + \underset{\text{agua}}{H_2O \text{ (vapor)}} + 300{,}0 \text{ Kcals.}$$

Las cantidades correspondientes de vapor de agua y anhídrido carbónico se pueden obtener de sus elementos, según las reacciones siguientes:

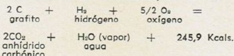


$$\underset{\text{grafito}}{2\,C} + \underset{\text{oxígeno}}{2\, O_2} = \underset{\text{anhídrido carbónico}}{2CO_2} + 188{,}1 \text{ Kcals.}$$



$$\underset{\text{hidrógeno}}{H_2} + \underset{\text{oxígeno}}{1/2\, O_2} = \underset{\text{agua}}{H_2O \text{ (vapor)}} + 57{,}8 \text{ Kcals.}$$

Sumando las dos ecuaciones, se obtiene:

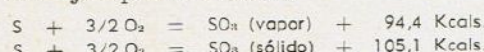


$$\underset{\text{grafito}}{2\,C} + \underset{\text{hidrógeno}}{H_2} + \underset{\text{oxígeno}}{5/2\, O_2} = \underset{\text{anhídrido carbónico}}{2CO_2} + \underset{\text{agua}}{H_2O \text{ (vapor)}} + 245{,}9 \text{ Kcals.}$$

Se produce más calor quemando acetileno que quemando las cantidades equivalentes de grafito e hidrógeno. Así, pues, el calor de formación del acetileno es: 245,9 — —300,0 = — 54,1 Kcals. El signo "menos" indica que la reacción teórica por la que se obtendría acetileno a partir de sus elementos es "endotérmica".

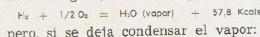
CALOR LATENTE

Cuando un vapor se condensa, la superficie sobre la que se depositan las gotitas recibe un cierto calor denominado *calor latente* del vapor. También se libera calor cuando se solidifica un líquido. De aquí se deduce que la cantidad total de calor que se desprende o absorbe cuando se forma un compuesto depende del estado físico (sólido, líquido o gaseoso) del producto. Por tanto, es preciso especificar este punto cuando se menciona el calor de reacción. Así, en el ejemplo de antes:



$S + 3/2\,O_2 = SO_3$ (vapor) $+$ 94,4 Kcals.
$S + 3/2\,O_2 = SO_3$ (sólido) $+$ 105,1 Kcals.

Igualmente, cuando se quema hidrógeno en oxígeno, se forma vapor de agua:



$H_2 + 1/2\,O_2 = H_2O$ (vapor) $+$ 57,8 Kcals.

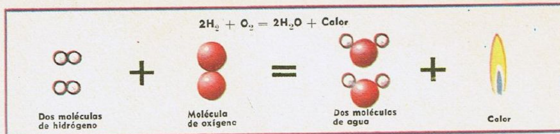
pero, si se deja condensar el vapor:

$H_2 + 1/2\,O_2 = H_2O$ (líquido) $+$ 68,3 Kcals.

La diferencia entre estos dos valores, para el calor de formación de agua (o vapor), es equivalente al calor latente de vaporización del agua.
Para ser más precisos debería indicarse también la temperatura y la presión, si alguna de las sustancias es gaseosa.

CALOR DE SOLUCIÓN

Normalmente, el proceso para hacer una solución no se considera que sea una reacción química, pero hay cambios de calor perfectamente definidos asociados a él. Se llama *calor de solución* de una sustancia al calor desprendido o absorbido cuando se disuelve una molécula gramo de la sustancia en una *cantidad muy grande* de disolvente (agua, por lo general).
El ácido sulfúrico es un buen ejemplo de sustancia capaz de desprender una gran cantidad de calor (de hecho, 20 Kcals. por molécula gramo) cuando se disuelve en agua; el hidróxido sódico es otra sustancia que desprende calor (10,2 Kcals. por molécula gramo) al disolverse. Sin embargo, hay otras sustancias que, al hacerlo, absorben calor. Por ejemplo, una molécula gramo de dicromato potásico absorbe 17,8 Kcals. cuando se disuelve en un gran volumen de agua.



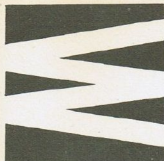
DETERMINACIÓN DE CALORES DE COMBUSTIÓN

El método más generalmente utilizado para determinar los calores de formación de compuestos orgánicos es el basado en medir los calores de combustión. Estos se miden en las llamadas *bombas calorimétricas*, en las cuales se queman sustancias orgánicas en oxígeno, a una presión de 25 a 35 atmósferas. Este aparato fue inventado en 1869 por el científico francés Berthelot, y la calidad del método atrajo a muchos investigadores; sin embargo, durante mucho tiempo, nadie sospechó que para poder determinar de modo absoluto el calor de combustión había que realizar, por lo menos, unas veinte correcciones. Por esta razón, gran parte de los calores de combustión obtenidos en la última mitad del siglo XIX y comienzos del XX no son aceptables hoy día.
Las bombas calorimétricas modernas pueden dar resultados que, en caso favorable, muestran un error menor de una parte en 10.000. Este grado de exactitud es necesario si se quieren conseguir calores de formación que merezcan confianza, a partir de calores de combustión, puesto que el calor de formación de un compuesto orgánico representa sólo una pequeña fracción de su calor de combustión.
En las últimas décadas, se han realizado grandes progresos en las técnicas de calorimetría de combustión, iniciadas principalmente en EE. UU., impulso sobre todo del interés mostrado por la industria del petróleo en obtener datos termoquímicos exactos sobre hidrocarburos y otros componentes de petróleo naturales.
Las bombas calorimétricas pueden ser estáticas y rotatorias. Estas últimas poseen un dispositivo de rotación, cuyo objeto es homogeneizar las condiciones en el interior de la bomba. Una bomba típica está fabricada con acero resistente a la corrosión, y tiene un volumen interno de unos 200 a 400 centímetros cúbicos. En algunos casos especiales, va recubierta interiormente de platino, y es muy frecuente que también las partes internas de la bomba sean de este metal.
A la sustancia que se ha de quemar se le da forma de pastilla, si es sólida, o se coloca en una ampolla de vidrio delgado, si es líquida. En ambos casos, va dentro de un crisol de platino casi plano. La combustión —que se inicia eléctricamente— se realiza en atmósfera de oxígeno a 30 Kg/cm^2; es instantánea, y su calor se mide con el calorímetro, en cuyo interior va la bomba.
Para obtener la mayor precisión, es necesario cumplir los siguientes requisitos: a) gran pureza de la sustancia que se estudia; b) análisis de los productos de combustión; c) medida exacta del equivalente energético del calorímetro.

ALGUNOS CALORES DE FORMACIÓN MEDIDOS POR SÍNTESIS DIRECTA

Compuestos	Fórmula	Método (*)	Kcal./mol.	Compuestos	Fórmula	Método (*)	Kcal./mol.
Agua	H_2O (líq.)	FC	68,317 ± 0,010	Óxido de uranio	U_3O_8 (S)	BC	835,5 ± 1,6
Anhídrido carbónico	CO_2 (gas)	BC	94,052 ± 0,011	Ácido fluorhídrico	FH (g)	FC	64,2
Óxido de aluminio	Al_2O_3 (Sól.)	BC	400,3 ± 3,3	Fluoruro de azufre	F_6S (g)	RC	262,0 ± 5
Cuarzo	SiO_2 (S)	BC	210,3 ± 0,3	Ácido clorhídrico	ClH (g)	FC	22,063 ± 0,012
Óxido de silicio	SiO_2 (g)	FC	70,96 ± 0,05	Cloruro de bismuto	Cl_3Bi (S)	RC	90,6
Óxido de cobalto	CoO (S)	BC	57,1 ± 0,3	Cloruro de boro	Cl_3B (g)	RC	97,5 ± 0,3
Óxido de níquel	NiO (S)	BC	57,3 ± 0,1	Bromuro mercúrico	Br_2Hg (S)	RC	40,7
Óxido de estaño	SnO_2 (S)	BC	138,8 ± 0,1	Nitruro de aluminio	NAl (S)	BC	57,4 ± 1,3
Óxido de tungsteno	WO_3 (S)	BC	200,8 ± 0,1	Nitruro de cromo	NCr (S)	BC	29,5 ± 0,5
Óxido de renio	ReO_3 (S)	MBC	146,0 ± 3	Ácido bromhídrico	BrH (g)	IRC	8,707 ± 0,130

(*) BC = Bomba calorimétrica; FC = Calorímetro de llama; RC = Calorímetro de reacción; MBC = Microbomba calorimétrica; IRC = Calorímetro de reacción isotermo.



NUEVAS REALIDADES, NUEVOS TÉRMINOS

EL BATISCAFO DE PICCARD

En enero de 1960, Jacques Piccard, hijo del conocido investigador suizo de las grandes alturas y profundidades, Auguste Piccard, alcanzó, junto con el oficial de la marina estadounidense, D. Walsh, la profundidad submarina de 11.521 metros. Nunca hasta entonces se había alcanzado una profundidad semejante. Estos estudios de las grandes profundidades llevan aparejados una serie de problemas, que el profesor Piccard tuvo que resolver antes de lanzarse a la aventura.

La idea de las investigaciones submarinas surgió en la mente de Auguste Piccard cuando ya había realizado muchos ensayos sobre las grandes alturas mediante lanzamiento de globos. Cuando ya este género de investigaciones no le satisfizo, pensó en la de las profundidades, y a la edad de 76 años se sumergió en el mar Tirreno, alcanzando una profundidad de 4.050 metros. La esfera que utilizó entonces estuvo sometida a una presión de 450 atmósferas. Estaba formada por dos semiesferas de acero unidas.

La utilización de una esfera fundida de una sola pieza no se le ocurrió al investigador suizo a causa de las dificultades técnicas que ello comportaba, pues estas piezas fundidas presentan defectos que pueden ocasionar accidentes fatales. En realidad, se han usado piezas fundidas para el estudio de las grandes profundidades. Al principio de los años treinta, el zoólogo estadounidense William Beebe se sumergió a una profundidad de 923 metros. La esfera fundida, que se conserva en un museo, ha sido examinada en la actualidad con ayuda de la técnica metalográfica, observándose que el material posee numerosos huecos microscópicos, por lo que se puede afirmar que Beebe fue hombre de suerte en su inmersión, ya que estuvo expuesto a un grave peligro.

La construcción de una esfera que pudiera soportar una presión semejante a la que había de reinar a la profundidad de los 11.521 metros presentó una serie de problemas adicionales, que fueron solucionados por Piccard y un equipo de técnicos de la firma Krupp, de Essen (Alemania). Se resolvió que la esfera constara de tres partes, una central y dos casquetes, superior e inferior.

La disposición en forma de esfera se adoptó por motivos físicos, ya que este cuerpo es el que soporta igual presión sobre toda su superficie.

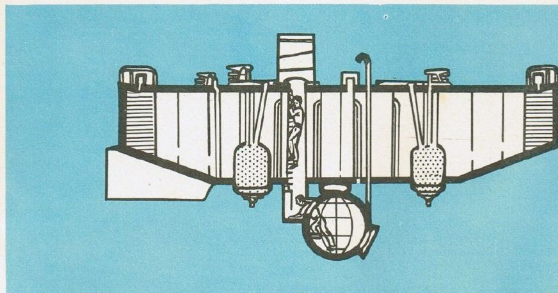
A pesar de la precisión puesta de manifiesto en su construcción, con una esfera u otro aparato de este tipo no es posible conseguir una inmersión muy profunda, pues el cable que debe soportar el peso se va haciendo más débil a medida que se aumenta la profundidad. Esto se solucionó con el aparato diseñado por los Piccard, denominado **batiscafo.**

Dicho aparato se parece a un submarino. Va montado encima de la esfera, y se trata de un cilindro que lleva varios compartimentos llenos de gasolina ligera de un peso específico entre 0,680 y 0,695. Debajo de este cuerpo hay unas aberturas, para soltar por ellas unas bolas metálicas que el batiscafo usa como lastre. Al mismo tiempo que se sueltan éstas, puede entrar el agua del mar en el interior, para lograr una igualdad de presiones entre el aparato y el exterior. Aunque los líquidos son poco compresibles al llegar a tan grandes presiones, la gasolina se contrae y ocupa un lugar muy pequeño, con lo cual su peso específico aumenta. A todo esto, la velocidad de descenso es cada vez mayor. Se debe soltar el lastre de una manera progresiva, pues de lo contrario el aparato se detendría en su descenso y, entonces, no podría continuarse el ensayo.

La ascensión se logra combinando la salida de gasolina y de las esferas metálicas. Cuando baja la presión, la gasolina disminuye su peso específico y la velocidad de ascensión aumenta. Para frenar durante el ascenso basta con soltar gasolina progresivamente.

Todo hombre de ciencia debe mostrarse agradecido a quienes le ayudaron. Y así lo hizo Piccard, en el telegrama que envió a los técnicos de la Krupp, que decía: "Gracias a su inapreciable trabajo, hemos logrado sumergirnos a 11.000 metros, con toda felicidad".

La comunicación con la superficie se mantuvo a través de un teléfono de ultrasonidos, cedido por la marina estadounidense, que no funcionó entre los 5.000 y 6.000 metros, pero que lo hizo admirablemente en la zona más profunda.





CORREO DE LECTORES

Hay un error en la ecuación de la Ley de Joule (tomo III, pág. 249). R. F.

Efectivamente, son varios los lectores que han advertido el error a que se refiere nuestro amable corresponsal. La expresión correcta es: $W = I^2 \times R$.

Para que no quede ninguna duda al respecto, la deduciremos de nuevo y pondremos un ejemplo práctico, al que se puedan aplicar las leyes que utilizamos.

La ley de Ohm dice: $I = \frac{V}{R}$; la intensidad de la corriente que pasa por un conductor es directamente proporcional a la diferencia de voltaje entre sus extremos, e inversamente proporcional a su resistencia.

Por otra parte, la potencia es igual al producto de la intensidad de la corriente por la diferencia de voltaje, es decir:



CORREO DE LECTORES

Comunique sus dudas u objeciones a **TECNIRAMA**, a la dirección del distribuidor en su país. No olvide indicarnos cuáles son los temas de lectura que prefiere.

$$W = I \cdot V$$

Entonces, despejando de la primera ecuación V ($V = R \cdot I$), y sustituyendo su valor en la segunda, se obtendrá:

$$W = I \cdot R \cdot I = I^2 \cdot R$$

En definitiva, $\mathbf{W = I^2 \cdot R}$. Ésta es la expresión matemática de la Ley de Joule.

Ejemplo: Se dispone de una cocina eléctrica, cuya potencia total es de 4.400 watios y se puede conectar a la red de 220 voltios. Se desea saber la intensidad de la corriente que se suministra a la cocina, y la resistencia de ésta.

Para averiguar la **intensidad de la corriente,** utilizamos la ecuación: $W = I \cdot V$, o, lo que es lo mismo, $I = \frac{W}{V}$

W = 4.400 watios V = 220 voltios

$$I = \frac{W}{V} = \frac{4.400}{220} = 20 \text{ amperios.}$$

Para averiguar la **resistencia** de la cocina, se puede utilizar tanto la Ley de Ohm, como la Ley de Joule

a) utilizando la Ley de Ohm, $I = \frac{V}{R}$, o, lo que es lo mismo, $R = \frac{V}{I}$

V = 220 voltios

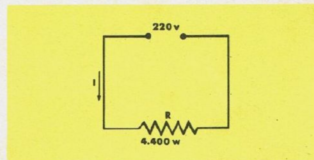
I = 20 amperios (valor obtenido al resolver la primera parte del problema)

$$R = \frac{220}{20} = 11 \text{ ohmios}$$

b) utilizando la Ley de Joule, $W = I^2 \times R$, o, lo que es lo mismo, $R = \frac{W}{I^2}$

W = 4.400 watios I = 20 amperios

$$R = \frac{4.400}{20^2} = \frac{4.400}{400} = 11 \text{ ohmios.}$$



Y PARA CONCLUIR...

LA PROFESIÓN MÁS ADMIRADA

En Inglaterra se ha celebrado una encuesta para determinar cuáles son las profesiones más admiradas del público en general. El resultado fue el siguiente:

Médico	47 %	de los votos
Profesor	12 %	
Científico	10 %	
Físico nuclear	5 %	
Abogado	5 %	
Granjero	5 %	
Ingeniero	4 %	
Artista, escritor, etc.	4 %	
Deportista	4 %	
Varios	4 %	

Esta encuesta está de acuerdo, en líneas generales, con otra realizada entre jóvenes por el Departamento de Educación de la Universidad de Oxford. En este caso, se establecían tres criterios: Ingresos, Prestigio e Inteligencia. El orden por **ingresos** fue: médico, procurador, dentista, profesor, mercantil, arquitecto y físico nuclear; por **prestigio:** médico, procurador, profesor de Universidad, arquitecto, maestro de escuela y físico nuclear; por **inteligencia:** profesor de Universidad, médico, físico nuclear, procurador, maestro de escuela, estadístico. Los ingenieros civiles e industriales fueron calificados en séptimo y octavo lugar, en cuanto a los ingresos; en los undécimo y décimoctavo, en cuanto a prestigio; y en el décimo (para ambos), en cuanto a inteligencia.

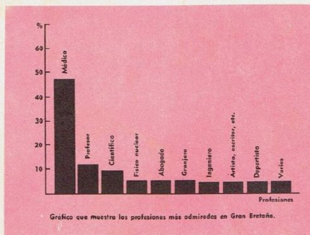


Gráfico que muestra las profesiones más admiradas en Gran Bretaña.

FRASE DE LA SEMANA

Dijo M. Faraday: "El gran atractivo del progreso de la Ciencia radica en que, en vez de dejar exhausto al objeto de investigación, abre las puertas a un conocimiento más abundante y avanzado, que supera al anterior en belleza y utilidad."

PRECIOS DE VENTA (Rigen también para los números atrasados)

ARGENTINA,	Pesos	35.—	
*COLOMBIA,	Pesos	3.—	
*COSTA RICA,	Colones	2.—	
*CHILE,	Escudos		
ECUADOR,	Sucres	6.—	
*EL SALVADOR,	Colones	1.—	
ESPAÑA,	Pesetas	18.—	
*GUATEMALA,	Quetzales	0,30	
*HONDURAS,	Lempiras	0,60	
*MÉXICO,	Pesos	3,50	
*NICARAGUA,	Córdobas	2.—	
*PANAMÁ,	Balboas	0,30	
PERÚ,	Soles	10.—	
*PUERTO RICO,	Dólares	0,30	
*R. DOMINICANA,	Pesos	0,30	
URUGUAY,	Pesos	4,50	
*VENEZUELA,	Bolívares	1,50	

Aparece todas las semanas

* Distribución a partir del 11 de enero de 1965